

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

Análisis dasométrico y financiero de un bosque de *Pinus rudis* Endl. sujeto a dos intensidades de aclareo en Arteaga, Coah.

Por:

HUGO GAMALIEL HERNANDEZ GARCIA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coah.
Octubre de 1998

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA

ANALISIS DASOMETRICO Y FINANCIERO DE UN BOSQUE DE *Pinus rudis* Endl. SUJETO A DOS INTENSIDADES DE ACLAREO EN ARTEAGA, COAH.

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO FORESTAL

PRESENTA

HUGO GAMALIEL HERNANDEZ GARCIA

APROBADA

PRESIDENTE DEL JURADO

COORDINADOR DE LA
DIVISION DE AGRONOMIA

ING. J. ARMANDO NAJERA CASTRO

M.C. MARIANO FLORES DAVILA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Octubre de 1998

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO FORESTAL

ANALISIS DASOMETRICO Y FINANCIERO DE UN BOSQUE DE *Pinus rudis* Endl. SUJETO A DOS INTENSIDADES DE ACLAREO EN ARTEAGA, COAH.

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO FORESTAL

PRESENTA

HUGO GAMALIEL HERNANDEZ GARCIA

PRESIDENTE DEL JURADO

ING. J. ARMANDO NAJERA CASTRO

PRIMER SINODAL

SEGUNDO SINODAL

M.C. SALVADOR VALENCIA MANZO

M.C. JOSE LUIS OVIEDO RUIZ

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Octubre de 1998

AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA MATER: por abrirme sus puertas y contribuir a mi formación profesional

Al Ing. J. Armando Nájera Castro, por brindarme la oportunidad y confianza para realizar el presente trabajo, por la disposición que siempre tuvo para aclarar mis dudas y por las sugerencias para llevar a buen término el presente trabajo.

Al M.C. Salvador Valencia Manzo, por su valioso apoyo y disposición en el proceso estadístico de los datos de campo y por sus consejos en la realización y revisión del presente trabajo.

Al M.C. José Luis Oviedo Ruíz, por su apoyo y consejos en la realización del presente trabajo.

A mis compañeros : Armando López Telles, Elpidio Jiménez Cruz, José Trinidad Carrillo Ledesma, Joel Espinoza Rivera y Rubén C. Franco Avila, por su apoyo en el trabajo de campo. También a Erika María Reyna Olvera, Hector Darío Gonzalez López y Erick Rodriguez Vasquez, por su ayuda en la elaboración del presente trabajo y a todos mis compañeros de la Generación LXXII por brindarme su amistad durante mi estancia en nuestra Alma Mater.

Al Departamento Forestal por brindarme las facilidades en la elaboración del presente trabajo, así como al personal docente y administrativo, gracias por su amistad y apoyo.

A mis paisanos y amigos de la AEOUAAAN A.C.: Mario Alberto, Efraín, Marco Antonio, Martha, Sergio, Gerardo. Simey, en fin a todos los integrantes de la Asociación de Estudiantes Oaxaqueños. a todos ellos gracias por su amistad.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera participaron en la realización del presente trabajo, a todos ellos gracias por su colaboración.

DEDICATORIA

A mi madre:

Elizabeth García García

A mi tía: Rebeca García García

A mis hermanos:

Daniel, Isela, Ulises y Abigaíl

A mis sobrinos:

Griselda, José Antonio y Elizabeth

A la memoria de mis abuelos:

Alejandra García Ramos (q.e.p.d.)

Felipe García Chávez (q.e.p.d.)

INDICE DE CONTENIDO

	pag.
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	vii
I INTRODUCCION	1
1.1 Objetivo general	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Hipótesis	2
II REVISION DE LITERATURA ..	4
2.1 Aclareo	4
2.1.1 Beneficios del aclareo	4
2.1.2 Ventajas y desventajas del aclareo	5
2.1.3 Métodos de aclareo	7
2.1.4 Clasificación de clases de copa	9
2.1.5 Efectos ecológicos	9
2.1.6 Efectos económicos	10
2.1.7 Los aclareos y la disponibilidad de nutrientes	11
2.1.8 Competencia	11
2.1.9 Tolerancia	12
2.2 Efecto del aclareo sobre la estructura del	

bosque	12
2.2.1 Efecto del aclareo en el incremento en diámetro, volumen, área basal e incremento en altura	12
2.2.2 Calidad de la madera	15
2.3 Distribución de productos	16
2.4 Aspectos económicos	17
2.4.1 Costos de producción	17
2.4.2 Renta forestal	19
2.4.3 Renta del suelo	19
2.4.4 Rendimiento de capital	20
2.4.5 Interés compuesto	20
2.4.6 Interés simple	20
2.4.7 Aspectos financieros	20
2.4.7.1 Importancia de los aspectos financieros .	21
2.4.7.2 Valor actual neto (VAN)	21
2.4.7.3 Tasa interna de retorno	22
2.4.7.4 Relación beneficio/costo	22
III MATERIALES Y METODOS	23
3.1 Descripción del área de estudio	23
3.2 Tipos de cortas aplicadas en el área	25
3.3 Metodología de campo	25
3.3.1 Tipo de muestreo	25
3.3.2 Forma y tamaño de los sitios	26
3.3.3 Medición del estrato arbóreo y tocones	26
3.4 Metodología de gabinete	28
3.4.1 Estimación de la estructura del bosque original, residual, extraída y actual	28

3.4.1.1 Estimación de características dasométricas (densidad, diámetro normal, área basal, volumen y edad)	28
3.4.2 Estimación del incremento corriente anual (ICA) en diámetro sin y con corteza, área basal y volumen	35
3.4.3 Distribución de productos	36
3.4.4 Indicadores financieros	41
3.4.5 Análisis comparativo dasométrico y financiero entre los dos rodales	41
IV RESULTADOS Y DISCUSION	43
4.1 Estructura dosmétrica del bosque	43
4.1.1 Original	43
4.1.2 Extraída	48
4.1.3 Actual	53
4.1.4 Residual	58
4.2 Comparación de la estructura actual con la original en el rodal 1 y 2	63
4.3 Crecimiento del bosque	68
4.4 Distribución de productos	73
4.5 Análisis financiero	87
4.5.1 Valor, costo y beneficio de los productos en las estructuras original, extraída, residual y actual en el rodal 1	87
4.5.2 Valor, costo y beneficio de los productos en las estructuras original, extraída, residual y actual en el rodal 2	90
4.5.3 Comparación financiera de los dos rodales	

después de 12 años de haberse efectuado el aclareo	93
V CONCLUSIONES	96
VI RECOMENDACIONES	99
VII RESUMEN	100
VII LITERATURA CITADA	102
APENDICE	106

INDICE DE CUADROS

CUADRO

1	Densidad (No.arb./ha), área basal y volumen por categorías diamétricas de la estructura original de dos rodales de <i>Pinus rudis</i> en Arteaga, Coah.	44
2	Densidad (No.arb./ha), área basal y volumen por categorías diamétricas de la estructura extraída de dos rodales de <i>Pinus rudis</i> en Arteaga, Coah.	49
3	Densidad (No.arb./ha), área basal y volumen por categorías diamétricas de la estructura actual de dos rodales de <i>Pinus rudis</i> en Arteaga, Coah.	54
4	Densidad (No.arb./ha), área basal y volumen por categorías diamétricas de la estructura residual	

	de dos rodales de <i>Pinus rudis</i> en Arteaga, Coah.	59
5	Comparación de medias de Tukey, del ICA en diámetro normal sin y con corteza, en dos rodales de <i>Pinus rudis</i>	69
6	Comparación de medias de Tukey, del ICA en área basal y volumen, en dos rodales de <i>Pinus rudis</i>	73
7	Volúmenes ($\text{m}^3\text{R./ha}$) de la distribución de produc- tos original en el rodal 1, de <i>Pinus rudis</i>	75
8	Volúmenes ($\text{m}^3\text{R./ha}$) de la distribución de produc- tos original en el rodal 2, de <i>Pinus rudis</i>	76
9	Volúmenes ($\text{m}^3\text{R./ha}$) de la distribución de produ- tos extraída en el rodal 1, de <i>Pinus rudis</i>	78
10	Volúmenes ($\text{m}^3\text{R./ha}$) de la distribución de produc- tos extraída en el rodal 2, de <i>Pinus rudis</i>	79
11	Volúmenes ($\text{m}^3\text{R./ha}$) de la distribución de produc- tos residual en el rodal 1, de <i>Pinus rudis</i>	81
12	Volúmenes ($\text{m}^3\text{R./ha}$) de la distribución de produc-	

	tos residual en el rodal 2, de <i>Pinus rudis</i>	82
13	Volúmenes (m ³ R./ha) de la distribución de productos actual en el rodal 1, de <i>Pinus rudis</i>	84
14	Volúmenes (m ³ R./ha) de la distribución de productos actual en el rodal 2, de <i>Pinus rudis</i>	85
15	Valor unitario, del ingreso bruto, del costo total y del beneficio neto, de los productos forestales, en las diferentes estructuras en el rodal 1, de <i>Pinus rudis</i>	89
16	Valor unitario, del ingreso bruto, del costo total y del beneficio neto, de los productos forestales, en las diferentes estructuras en el rodal 2, de <i>Pinus rudis</i>	92

INDICE DE FIGURAS

FIGURA

- 1 Densidad, área basal, volumen y edad por categoría diamétrica, de la estructura original de *Pinus rudis* 45
- 2 Densidad, área basal, volumen y edad por categoría diamétrica, de la estructura extraída de *Pinus rudis* 50
- 3 Densidad, área basal, volumen y edad por categoría diamétrica, de la estructura actual de *Pinus rudis* 55
- 4 Densidad, área basal, volumen y edad por categoría diamétrica, de la estructura residual de *Pinus rudis* 60

5	Comparación de las estructuras original y actual, en el rodal 1 y 2, de <i>Pinus rudis</i>	64
6	Incremento corriente anual, en diámetro sin y con corteza, área basal y volumen antes y después del aclareo en el rodal 1 y 2, de <i>Pinus rudis</i>	70
7	Incremento corriente anual, en diámetro normal sin y con corteza, área basal y volumen dentro del ro- dal 1 y 2, de <i>Pinus rudis</i> antes y después del aclareo	71

I INTRODUCCION

La importancia del uso del aclareo para controlar la población o número de árboles, así como la comprensión de los principios y métodos de aclareo son esenciales para el técnico forestal. Todo rodal completamente poblado experimenta durante su desarrollo una continua reducción con respecto al número de árboles a medida que pasan los años; esta mortalidad natural es la base principal del aclareo (Daniel *et al.*, 1982).

Los aclareos deben ser intervenciones costeables en la generalidad de los casos, no solamente por lo que representan en ganancia neta de incrementos y calidad de la madera, sino también por el propio valor de los productos que se obtienen (Alvarez O. y Varona T., 1988).

El objetivo final de los aclareos es proporcionar al hombre los productos forestales que él requiere y que son susceptibles de producirse durante el período de desarrollo de las masas. Las masas deben manejarse para abastecer a la industria, pero la industria debe estar establecida de acuerdo a lo que el bosque pueda producir (Cano C., 1988).

Anderson y Smith (1970) mencionan que los factores económicos que afectan a la producción forestal, incluyen el costo del suelo forestal, prácticas de tratamiento al bosque, impuestos, crédito forestal, costo del aprovechamiento forestal, abastecimiento de la madera, demanda y retorno en inversiones.

1.1 Objetivo general

El objetivo general del estudio es:

Evaluar la condición silvícola y el desarrollo financiero de dos rodales de *Pinus rudis*, después de haber sido sometidos, a diferentes intensidades de aclareo.

1.2	Objetivos	específicos
-----	-----------	-------------

Los objetivos específicos para el presenta trabajo son:

- a) Determinar la estructura original, extraída, residual y actual de dos rodales intervenidos con diferentes intensidades de aclareo.
- b) Determinar el crecimiento de los rodales antes y después del aclareo.
- c) Obtener la distribución de productos forestales en cada uno de los rodales en estudio.
- d) Comparar la eficiencia financiera de los dos rodales sometidos a diferentes intensidades de aclareo.

1.3 Hipótesis

Las hipótesis propuestas para este trabajo son:

Ho: El efecto del aclareo es igual en la estructura,

crecimiento, distribución de productos y desarrollo financiero de los dos rodales intervenidos.

Ha: El efecto del aclareo es diferente en la estructura, crecimiento, distribución de productos y desarrollo financiero de los dos rodales intervenidos.

II REVISION DE LITERATURA

2.1 Aclareo

El aclareo se define como las cortas hechas en rodales inmaduros con el fin de estimular el crecimiento de los árboles que quedan y de aumentar la producción del material utilizable del rodal (Smith, 1962; Hawley y Smith, 1972).

2.1.1 Beneficios del aclareo

El beneficio más importante es la concentración del crecimiento a un número reducido de individuos de buena calidad. Con eso normalmente se reduce la producción total del rodal pero se consiguen individuos con más volumen y de mejor calidad, es decir se aumenta el valor del rodal (Fischer, 1993).

Otros beneficios del aclareo son: rescatar y utilizar los recursos maderables que de otra manera se perderían debido a la mortalidad y el volumen final de los rodales aclarados es, usualmente, menor que el de los rodales no aclarados, así mismo el aclareo permite al técnico forestal seleccionar aquellos árboles útiles para la explotación, en lugar de los grandes e irregulares árboles dominantes producto de la

selección natural, también el aclareo puede alargar la duración del turno si la edad final se define como aquella en la que la tasa de crecimiento de los individuos se vuelva lo suficientemente baja para ser inaceptable o si se basa en la culminación del incremento medio anual (Daniel *et al.*, 1982).

2.1.2 Ventajas y desventajas del aclareo

Las ventajas del aclareo son: 1) la mayor ventaja se basa en el hecho de que produce beneficios de modo periódico a lo largo del turno, en lugar de posponerlos hasta el final, 2) mediante el aclareo es posible reducir la inversión en reservas sin alterar sustancialmente la producción que se obtiene de ellas, 3) en algunos rodales aclarados pueden lograrse productos de un tamaño determinado en un turno más corto que en rodales no tratados, 4) los aclareos disminuyen la cantidad de material útil que pueda ser extraído durante un turno concreto, 5) los aclareos aumentan también la calidad de la madera en gran parte en virtud del hecho de que los pies de porte defectuoso pueden ser extraídos para favorecer a los mejores individuos del rodal, 6) la resistencia de los rodales a los daños causados por la nieve y el hielo aumenta generalmente a causa de los aclareos, 7) el aclareo tiene también un papel importante para preparar el camino de las cortas de regeneración, 8) las pérdidas económicas debidas a insectos y hongos dañinos son menores en los bosques

aclareados que en las que no lo están, y 9) el aclareo representa un medio importante de incrementar la producción de agua de un área forestal de modo temporal, especialmente en zonas en que la mayor parte de la escorrentía procede del deshielo de la nieve (Hawley y Smith, 1972).

Las desventajas del aclareo son las siguientes: 1) son evidentemente imposibles los aclareos provechosos en ausencia de un mercado para los materiales del tamaño y de la clase que se obtendrían de ellos, 2) el costo de la tala, de una unidad determinada de producto de un rodal inmaduro en un aclareo, es inevitablemente mayor que en una corta realizada al final del turno, 3) los trabajadores del campo a menudo no se muestran receptivos ante la idea del aclareo, especialmente si éste supone el cortar árboles pequeños y conservar otros mayores, 4) los daños causados en las operaciones asociadas al aclareo pueden llegar a ser tan grandes como en cualquier otra clase de corta parcial, 5) es difícil eliminar los restos dejados por los aclareos, excepto en los tipos de monte resistentes al fuego en que puedan realizarse quemas controladas, 6) los aclareos pueden, en ciertas condiciones, aumentar el riesgo de daños causados por ciertos insectos y hongos al rodal residual, 7) los aclareos tienen el efecto de aumentar el riesgo de lesiones causados por el viento, a menos que sean ligeros, precoces y frecuentes, y 8) unas veces los aclareos producen el establecimiento de un sotobosque de arbustos o de

árboles indeseables de especies tolerantes (Hawley y Smith, 1972).

2.1.3 Métodos de aclareo

Los métodos de aclareo comúnmente utilizados son: 1) Aclareo por lo bajo: en el caso del aclareo por lo bajo el objetivo fundamental es la liberación de los árboles dominantes y codominantes al eliminar las clases inferiores de copas. La intensidad de los aclareos puede ser desde ligera hasta intensa y la elección de ésta depende de los objetivos perseguidos y del grado de desarrollo del rodal (Daniel *et al.*, 1982). 2) Aclareo por lo alto: la meta de un aclareo por lo alto es la promoción de los mejores individuos de la clase de los dominantes; se dejan árboles dominantes e intermedios para que formen un segundo piso con el fin de evitar el desarrollo de vegetación del suelo y para evitar el desarrollo de ramas epicórmicas de los árboles superiores. Hay dos grados de aclareo por lo alto: moderado y severo. En los aclareos del grado moderado se cortan árboles muertos, árboles que están muriendo y árboles de mala calidad de las clases codominantes y dominantes. En los aclareos de grado severo se promociona un número limitado de árboles élite, que con alta probabilidad alcancen el fin del turno (Fischer, 1993). 3) Aclareo de selección; método por el cual, los árboles dominantes son extraídos con el fin de estimular el crecimiento de los

árboles de las clases de copas inferiores. Los árboles dominados que probablemente morirán antes del aclareo siguiente también son cortados con el fin de utilizarlos antes de que se conviertan en una pérdida total (Hawley y Smith, 1972). 4) Aclareo geométrico también llamado aclareo mecánico. El objetivo de este tratamiento es reducir el número de árboles para mejorar la estabilidad del rodal. Este tratamiento a menudo es la primera corta en rodales mal cuidados. Se pueden distinguir aclareos en hileras y aclareos de espaciamiento. El aclareo geométrico típico es el aclareo en hileras: en rodales plantados o sembrados en franjas se cortan cada 2ª, 3ª, o 4ª hilera. Frecuentemente se corta cada 3ª hilera, lo que significa que cada hilera restante está liberada de un lado. Otra variante de los aclareos geométricos son los aclareos de espaciamiento: consiste en elegir individuos en distancias fijas y se cortan los demás árboles o todos los árboles dentro de un radio determinado. Este es un método especialmente para rodales sobredensos originados de regeneración natural (Fischer, 1993). y 5) Aclareo libre. En el aclareo libre, los árboles individuales se eliminan de acuerdo con la opinión del técnico en cuanto a qué es mejor para el desarrollo del rodal. Los criterios utilizados para la selección de árboles, tanto de los que se talarán como aquellos destinados a la producción comercial, incluyen la clase de copa, el vigor, el espaciamiento, la forma y las características de la ramificación (Daniel et al., 1982).

2.1.4 Clasificación de las clases de copa

La clasificación de los árboles por su copa es la siguiente: 1) Dominantes. Árboles con copas extendidas sobre el nivel general de la cubierta de copas y reciben luz total de arriba y parcialmente de los lados, 2) Codominantes. Árboles con copas formando el nivel general de la cubierta de copas y reciben luz total de arriba pero relativamente poca de los lados: comúnmente con volumen medio de copa más o menos estrecho en los lados (Smith, 1962; Smith *et al.*, 1997) 3) Intermedios. Árboles cuyas copas se encuentran por debajo del techo general del monte, pero aún extendiéndose hasta alcanzarlo, recibiendo poca luz directa por encima y ninguna por los lados. Copas generalmente pequeñas y muy comprimidas lateralmente, y 4) Dominados. Árboles cuyas copas se encuentran completamente por debajo del nivel general del techo del monte, no recibiendo luz directa alguna (Fors, 1947).

2.1.5 Efectos ecológicos

Los efectos ecológicos de los aclareos son los siguientes:

1) La apertura del dosel cambia la situación ecológica del rodal. Seguramente intervenciones fuertes son un disturbio más grave, porque el rodal tarda más tiempo para que se cierre otra vez; 2) cada aclareo aumenta la cantidad de la luz dentro del rodal. Si el rodal sólo tiene un piso se aumenta la cantidad de luz en el suelo, se acelera la descomposición y se desarrolla la vegetación del piso; 3) mayor cantidad de radiación dentro del rodal aumenta también la temperatura. El aumento no es mucho pero puede propiciar el desarrollo de la vegetación del piso; 4) la reducción de árboles, en forma de aclareos, reduce la intercepción y la transpiración. Eso significa que aumenta el agua disponible para el rodal restante; y 5) los aclareos pueden mejorar la diversidad biológica. Aclareos por lo alto crean un segundo o tercer piso y con eso aumenta la diversidad vertical lo que crea un hábitat para diferentes especies de aves (Fischer, 1993).

2.1.6 Efectos económicos

Fischer (1993) menciona que los aclareos no aumentan el crecimiento del rodal y, que el volumen se concentra en menos árboles del rodal restante, así mismo el promedio del diámetro normal del rodal es más alto lo que hace aumentar el valor del rodal debido a que los árboles de mayores dimensiones tienen mejor precio, también menciona que los aclareos disminuyen los gastos de corte, desrame, troceo y de extracción de los

árboles de dimensiones mayores, el riesgo contra los impactos de viento y nieve en la relación altura-diámetro normal es más bajo en los rodales aclarados y los aclareos fuertes por lo alto son más económicos debido a que la madera más gruesa tiene mejor precio y la cosecha es más barata.

2.1.7 Los aclareos y la disponibilidad de nutrientes

Binkley (1993) menciona que después del aclareo una determinada cantidad de nutrientes que están disponibles se dividen entre unos cuantos árboles y también que el aclareo reduce la limitación de nutrientes sobre el crecimiento de los árboles aún cuando la tasa de suministro de nutrientes no cambiara. La tasa de nutrientes también puede aumentar cuando la apertura del dosel aumenta la temperatura y el contenido de humedad del piso del bosque, estimulando la actividad de los microorganismos. El mismo autor reporta que el aclareo libera nutrientes que necesitan las plantas competidoras para crecer, y en presencia de especies que fijan el nitrógeno, la nutrición del rodal puede mejorar. Así mismo menciona un caso en el cual individuos de *Alnus rubra* fijaron 350 kg de nitrógeno/ha durante 17 años, después que se realizó un aclareo en una plantación de abeto Douglas (*Pseudotsuga menziessi*).

2.1.8 Competencia

La competencia tiene lugar cuando un número de organismos de una o varias especies ocupan posiciones adyacentes en una localidad, compiten por el agua, la luz y los minerales del suelo. La competencia se inicia a partir del punto en el cual la oferta del suelo y del vuelo es menor que la demanda de los árboles (Cano C., 1988; Hocker, 1984; Krebs, 1985; Odum, 1980; Sutton y Harmon, 1983).

Existen dos tipos de competencia, la interespecífica que se da entre dos o más especies diferentes e intraespecífica que se da entre miembros de una misma especie (Krebs, 1985; Odum, 1980; Sutton y Harmon, 1983).

2.1.9 Tolerancia

Es la capacidad relativa del árbol o de la especie para subsistir favorablemente en condiciones de escasa iluminación y elevada competencia radicular. Un árbol forestal que puede sobrevivir y prosperar bajo un dosel forestal es tolerante, mientras que los árboles que sólo pueden mantenerse en el dosel principal, en los claros o el dosel de copas es muy ralo se clasifican como no tolerantes (Cano C., 1988; Daniel et al., 1982; y Spurr y Barnes, 1982).

2.2 Efecto del aclareo sobre la estructura del bosque

2.2.1 Efecto del aclareo en el incremento en diámetro, volumen, área basal e incremento en altura

El crecimiento e incremento en diámetro puede ser altamente influenciado por el medio ambiente. Mediante la aplicación de aclareos intensivos puede acelerarse el incremento en diámetro del árbol, mientras que en los aclareos ligeros en bosques densos, el incremento en diámetro es menor (Klepac, 1976).

Klepac (1976) menciona que si a un árbol se le proporciona más luz y espacio, con el tiempo éste desarrollará mejor, y estimulará el incremento en volumen del árbol, en el cual se podrá observar el efecto positivo del aclareo sobre el incremento en volumen.

Hawley y Smith (1972) mencionan que si la densidad del bosque es alterado, ocasionará un cambio significativo en el crecimiento del área basal y, el crecimiento en área basal se favorece sustancialmente, si el rodal es aclarado de forma severa. También menciona que el crecimiento en área basal se reduce si un rodal se hace excesivamente denso, aunque las razones fisiológicas de esta reducción son oscuras. Y si un rodal es bien administrado el incremento en área basal tiende a permanecer constante y óptimo con independencia de la densidad.

SEP (1988) menciona que el promedio de altura será más alto después de un aclareo por lo bajo; también que el promedio de altura será más bajo después de un aclareo por lo alto, o de selección y que el promedio de altura es ligeramente más alto después del aclareo mecánico.

Hawley y Smith (1972) y Cano C. (1988) mencionan que el incremento en altura está controlado en parte por los factores inalterables del sitio, excepto cuando la densidad del rodal es muy baja o extremadamente alta, es por esta razón que el promedio de altura de los árboles dominantes y codominantes a una edad determinada se emplea como índice estándar de la calidad del sitio. Así mismo mencionan que rara vez se puede alterar el incremento en altura de un determinado rodal cambiando la densidad.

Hernández M. (1994) menciona que en 1981 en el Ejido Santa Rita, municipio de Arteaga, Coah., se realizó un aclareo libre en un rodal de *Pinus* con fines comerciales. En dicho rodal fue evaluado el efecto del aclareo en el diámetro, área basal, volumen, tiempo de paso e incremento corriente anual por categorías diamétricas, después de 11 años de aplicado el aclareo. Obteniendo los resultados siguientes: que la densidad, área basal y volumen actual, son superiores a los obtenidos en la estructura original en las categorías de 30 y 35 cm. En cuanto al tiempo de paso y al incremento corriente

anual éstos respondieron al efecto del aclareo en árboles con categorías diamétricas de 30 y 35 cm. Para el incremento periódico anual y el incremento corriente anual ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$), las categorías diamétricas donde se obtuvieron los mejores resultados fueron en las de 30, 25 y 35 para el incremento periódico anual y en las categorías de 30, 35 y 25 cm para el ICA. Y la intensidad de corta aplicada fue de 51.08%.

Flores A. y Mendoza B. (1991) reportan el establecimiento de un sitio experimental de aclareo en Tlaxco, Tlaxcala, en un rodal coetáneo y homogéneo de *Pinus patula* Schl. et Cham. Las parcelas fueron aclaradas en grupos de 3 para dejar áreas basales residuales de 32, 28, 22 y 18 m^2/ha , obteniendo en dicho sitio experimental la descripción ecológica y silvícola del rodal, diagnóstico y prescripción del tratamiento de aclareo, planos de distribución del arbolado antes y después de la corta y la descripción dasométrica de la estructura del rodal en las parcelas de cada tratamiento antes y después del aclareo.

2.2.2 Calidad de la madera

Hawley y Smith (1972) menciona que mediante los aclareos es posible controlar la calidad y cantidad de madera que puede producir un árbol, y este control se logra extrayendo los árboles deficientes para favorecer a los mejores. Después del aclareo la forma cónica del árbol se ajusta a las nuevas

condiciones a que queda expuesto éste, también aumenta la resistencia del árbol a los daños causados por el viento, la nieve y el hielo, y cuando las condiciones del sitio son favorables para que permitan el desarrollo continuo de madera de verano al final de la primavera y al principio del verano, la densidad de la madera aumenta como resultado del crecimiento mayor de la madera tardía. Cuando las condiciones son malas durante la formación de madera tardía, el aumento en la anchura de los anillos de crecimiento ocurrirá probablemente en las maderas más precoces, lo cual conduce a la reducción de la densidad. El crecimiento súbito y espectacular por aclareos retrasados perjudican las propiedades de la madera. Mediante los aclareos se puede detener la poda natural de los árboles y estimular el crecimiento de ramas largas, las cuales tendrán el efecto de aumentar el tamaño y número de nudos de la madera; este efecto se puede evitar mediante una poda artificial. Cuando se desee producir madera libre de nudos sin recurrir a la poda artificial, los aclareos deberán retrasarse hasta que la poda natural haya actuado hasta el grado deseado.

2.3 Distribución de productos

Becerra M. (1977) menciona que para lograr integrar el uso de cada árbol de acuerdo a sus características tecnológicas y a su calidad de trocería, los productos

forestales se deberán destinar de acuerdo a una clasificación por calidad de trocería, es decir, que la madera con características tecnológicas y calidad de trocería, para elaborar chapa, aserrío o la madera que reúna las características para ser usada en la industria celulósica, del tablero, etc., se destine a ello y se pague el precio correspondiente por cada producto.

Sánchez A. (1985) considera que para aprovechar proporcionalmente el árbol, de acuerdo a las dimensiones de los productos comerciables, el 75% se destina para productos maderables primarios (aserrío) y el 25% se dedica a celulósicos; también menciona que el porcentaje para aserrío no podría ser mayor por los requerimientos de las dimensiones de los productos, sin embargo, el porcentaje para celulósicos y aglomerados si puede ser mayor del 25% en detrimento de los productos de aserrío.

2.4 Aspectos económicos

Los bosques cuando producen madera, resina, recreación, protección de una cuenca hidrológica, oxígeno y otros servicios, están cumpliendo con una función social. La producción, uso y distribución de estos bienes y servicios a toda la sociedad en su conjunto constituyen los aspectos económicos (Murillo O., 1985).

2.4.1 Costos de producción

El análisis de los costos de producción es muy importante en la industria, ya que se consumen una gran cantidad de recursos en el proceso de transformación de materias primas en productos terminados (SARH-INIF, 1980). Los elementos que componen los costos de producción son: materias primas, mano de obra y gastos de fabricación (Pando *et al.*, 1989).

Dentro de los costos de producción se consideran los siguientes elementos:

Servicios técnicos:

SFM (1968) menciona que los servicios técnicos consisten en realizar marqueos, deslindes, fraccionamiento y amojonamiento, inventario forestal, experimentación, explotaciones, transporte y dibujo.

Infraestructura:

Anaya H. (1986) considera que dentro de la actividad forestal, los caminos se clasifican en dos grupos principales y estos son: caminos temporales y caminos permanentes. Menciona que los caminos temporales son construidos para servir sólo durante una temporada de aprovechamiento forestal y los caminos permanentes son por lo general mas comunes en la

industria forestal ya que para su construcción se considera al arbolado como una inversión a largo plazo.

Extracción:

La extracción de los productos forestales consiste en:

1) 1) Corte. Es la operación que consiste en el derribo del árbol su troceo y desrame, sus fases del corte son: a) preparación: que es el tiempo transcurrido en la preparación del árbol a derribar, b) derribo: incluye los tiempos que transcurren desde el momento en que se efectúa el primer corte al árbol, hasta que este ha caído al suelo, c) desrame: Se considera a partir que el árbol ha caído al suelo, hasta que este haya sido desramado por completo, d) troceo: consiste en cortar el fuste completo a medidas comerciales, 2) arrime. Es la operación que consiste en arrimar la madera derribada hasta el borde de brecha. El arrime se puede desglosar en carga, tránsito cargado y descarga y, 3) carga y 4) transporte (SARH-INIF, 1980).

2.4.2 Renta forestal

Rivero B. (1984) menciona que la renta forestal es el rendimiento financiero del bosque, así mismo considera que para lograr lo anterior se deberán maximizar las ganancias netas anuales promedio del bosque, exceptuando cargos de interés en los costos incurridos.

2.4.3 Renta del suelo

Consiste en valuar el rodal sobre un sólo ciclo vital o turno. El rodal debe ser considerado no sólo por su valor intrínseco sino que también por sus costos de oportunidad, ya que mientras se mantenga el rodal en un terreno, éste no podrá ocuparse con el rodal siguiente, posponiendo así futuros ingresos. El valor de una unidad de superficie de un rodal está formado por el valor de los productos en pié en el momento de que se trate (Mendoza B., 1983).

2.4.4 Rendimiento de capital

La tasa de rendimiento del capital es el rendimiento anual (alquiler menos costos), por peso de capital invertido. Es una cifra pura, un porcentaje anual. Es el rendimiento de una inversión o de un bien de capital (Samuelson y Nordhaus, 1992).

2.4.5 Interés compuesto

El interés compuesto es el interés calculado a partir de la suma de todos los intereses ganados en el pasado, así como a partir del principal (Samuelson y Nordhaus, 1992).

2.4.6 Interés simple

El interés simple se retribuye con un tipo de interés anual que es un tanto por ciento por unidad de tiempo independientemente de la unidad monetaria que se emplee (Samuelson, 1975).

2.4.7 Aspectos financieros

Los aspectos financieros generalmente están encaminados a la medición monetaria perfectamente tangible, que los propietarios o empresas forestales, pueden hacer de los productos susceptibles de extraer del bosque (Murillo O., 1985)

2.4.7.1 Importancia de los aspectos financieros

Murillo O. (1985) menciona que los productos provenientes del bosque no son de autoconsumo, por lo que se están produciendo mercancías para colocarlas en el mercado y que estas mercancías se comportan como tales y teóricamente deben de estar sujetas a los juegos y leyes que rigen la oferta y la demanda en el mercado.

Randall (1985) menciona que el criterio del valor actual neto es la regla preferida de inversiones en el sector

público, y el criterio de la relación beneficio/costo es similar al del valor actual neto, ya que constituye una regla funcional de decisión en muchas circunstancias. Menciona también que la regla de la tasa interna de retorno ha caído en desuso cuando se evalúan inversiones relacionadas con los recursos naturales y ambientales.

2.4.7.2 Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto, es el valor presente de los rendimientos futuros, descontados del costo de capital, menos el costo de la inversión (Weston y Brigham, 1987).

2.4.7.3 Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno, es la tasa de interés que iguala al valor presente de los rendimientos futuros con el desembolso proveniente de la inversión (Weston y Brigham, 1987)

Mendoza B. (1983) menciona que el valor obtenido para la tasa interna de retorno de un rodal, representaría el límite en cuanto a costo de capital, para el cual la alternativa de inversión en el rodal sería superior a cualquier otra opción de inversión, de características comparables como son: riesgo,

monto, liquidez, duración, etcétera.

2.4.7.4 Relación beneficio/costo

Spencer (1974) menciona que la relación beneficio/costo consiste en una técnica de evaluación de programas alternativos por comparación para cada valor presente (descontado) de todos los beneficios esperados. El factor de descuento es un porcentaje que representa al "costo de oportunidad" es decir de capital, que pueden poseer los fondos ganados en su mejor alternativa, en igual riesgo. La principal debilidad del análisis beneficio/costo es que algunos beneficios y costos no pueden ser siempre definidos y medidos. Por lo tanto, el usar beneficios y costos relativos para marcos prioritarios entre programas diferentes, puede resultar en una elección conflictiva.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas 25° 15' 45'' a 25° 16' 28'' de latitud Norte y 100° 27' 27'' a 100° 28' 15'' de longitud Oeste (DETENAL, 1979), con altitudes que van de 3060 a 3120 m.s.n.m. (CETENAL, 1977b).

El tipo de roca presente en el área de estudio corresponde a rocas calizas de origen sedimentario (CETENAL, 1976). La unidad de suelo es litosol, con clase textural media (CETENAL, 1977a). En la región dominan los suelos someros, de origen residual y textura media: litosoles, que se encuentran en todas las sierras en el municipio de Arteaga. Estos suelos se presentan asociados a otros un poco más profundos y muy oscuros: rendzinas, o bien, a suelos claros, profundos y de textura media: regosoles calcáricos. Prácticamente todos los suelos de la región están limitados por alguna fase física ya sea gravosa, pedregosa o petrocálcica (SPP, 1983).

Al Este del municipio de Arteaga se localiza la Sierra San Antonio. Se encuentran en el Sureste las sierras de Los Lirios, la de Huachichil, de Las Vigas y de La Nieve. Estas sierras en su conjunto, reciben el nombre de Sierra de Arteaga y forman parte de la Sierra Madre Oriental, la cual a lo largo del Estado presenta grandes elevaciones, valles y cañones (Secretaría de Gobernación, 1988)

El tipo de clima que predomina en la región es el Cx'b(e')g que corresponde a un clima templado subhúmedo, con lluvias escasas todo el año, verano fresco largo, muy extremoso, el mes más cálido es mayo. La estación meteorológica más cercana al área de estudio se encuentra ubicada en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah., y

reporta una temperatura media anual de 12.7°C; precipitación total anual media de 470.6 mm; régimen de lluvias: llueve todo el año aunque la precipitación es escasa. Los meses más lluviosos son julio y agosto, las precipitaciones más escasas se presentan en invierno; las heladas pueden presentarse en cualquier época del año pero son más recurrentes de octubre a marzo con temperaturas extremas de hasta -8°C. En abril, mayo y septiembre las temperaturas mínimas no van más allá de 0°C. Podrían considerarse como libre de heladas junio, julio y agosto (Mendoza H., 1983).

La vegetación está compuesta por un bosque de pino-encino, identificándose las especies *Pinus rudis* y *Pinus ayacahuite* en el estrato arbóreo y el estrato arbustivo está constituido por *Quercus sp*, también se encuentran especies de *Agave sp*, *Arbutus xalapensis*, *Opuntia sp*. El estrato herbáceo lo constituyen especies tales como: *Bromus sp*, *Bouteloua curtipendula*, *Geranium mexicanum* y *Eneapogum sp* (CETENAL, 1977b).

3.2 Tipos de cortas aplicadas en el área

En 1984 personal técnico de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en el Estado de Coahuila, llevó a cabo un aclareo libre en dos rodales de *Pinus rudis* existentes en el área de estudio, aplicando en un rodal (rodal 1) una

intensidad de corta de 28% en una superficie de 14 hectáreas, y en el otro rodal (rodal 2) una intensidad de corta de 58% en una superficie de 6 hectáreas. El método de ordenación que utilizaron fue el Método de Desarrollo Silvícola, con el propósito de un aprovechamiento forestal comercial.

3.3 Metodología de campo

3.3.1 Muestreo

El tipo de muestreo que se usó en el área de estudio fue el sistemático y la distancia entre sitio y línea en el rodal 1 fue de 100 m, con una intensidad de muestro del 7.0% y, en el rodal 2 fue sólo una línea que pasó por el centro del rodal siendo la distancia entre sitios de 50 m con una intensidad de muestro del 16%.

3.3.2 Forma y tamaño de los sitios

Los sitios de muestreo fueron de forma circular con una superficie de 1000 m² cada uno, con un tamaño de muestra de 10 sitios en una población de 14 hectáreas en el rodal 1 y 10 sitios de muestreo en una población de 6 hectáreas en el rodal 2.

3.3.3 Medición del estrato arbóreo y tocones

Se registraron datos en sitios completos e incompletos. En los sitios completos se realizaron las siguientes mediciones: la medición del diámetro normal con cinta diamétrica a 1.30 m de altura de todos los árboles con categoría diamétrica igual o mayor a 10 cm, se identificó categorías diamétricas de 5 en 5 cm presentes en el sitio. Después con el telerrelascopio de Bitterlich se midió la altura total y comercial de un árbol por categoría diamétrica presentes en el sitio, el diámetro a 0.30 m se midió con la cinta diamétrica de todos los árboles; el grosor de corteza se midió a todos los árboles con el medidor de corteza; también se obtuvo una muestra de madera a 1.3 m. de altura por categoría diamétrica con el taladro de Pressler para determinar en el campo la edad, así como la longitud de los últimos 12 anillos antes y después del aclareo en cuatro períodos de 3 años cada uno. También se contaron y midieron con la cinta diamétrica a 0.30 m de altura todos los tocones existentes dentro de todos los sitios de muestreo, clasificándolos por categoría diamétrica.

En los sitios incompletos se registró toda la información anterior a excepción de la edad y la longitud de los últimos 12 anillos antes y después del aclareo.

La distribución de productos se llevó a cabo en 4 sitios por rodal; 2 en sitios completos y 2 en sitios incompletos. El

troceo simulado se realizó a partir del azimut del sitio, es decir al primer árbol de cada una de las categorías diamétricas que se encontrara de 0 a 360°, para lo cual se registró altura total y comercial así como el diámetro normal, el troceo simulado se realizó seccionando el árbol a partir de 0.30 m de altura en orden ascendente cada 2.5 m hasta llegar a un diámetro mínimo de 10 cm en la punta del árbol, también se registró el diámetro medio, la longitud, tipo de producto y calidad del mismo por cada sección. El equipo de medición que se utilizó para seccionar y para medir el diámetro a diferentes alturas de cada sección fue el Telerrelascopio de Bitterlich y el Pentaprisma de Wheeler, respectivamente. La distribución de productos se llevó a cabo considerando un diámetro mínimo, forma y longitud de la troza y presencia de nudos en la troza, dicha distribución de productos se llevó a cabo mediante el uso de claves según el producto (INIF, 1980; SARH, 1979).

3.4 Metodología de gabinete

3.4.1 Estimación de la estructura del bosque original, residual, extraída y actual

3.4.1.1 Estimación de características dasométricas

(densidad, diámetro normal, área basal, altura total, volumen y edad)

Densidad:

La densidad original o número de individuos/ha, se determinó mediante la suma de la densidad por categorías diamétricas de los árboles que fueron cortados y extraídos en el aclareo más la densidad por categorías diamétricas de los árboles que quedaron en pie después del aclareo o árboles residuales. Se determinó con la siguiente ecuación:

$$DO = DE + DR$$

Donde:

DO = Densidad original.

DE = Densidad extraída

DR = Densidad residual.

La estructura residual, la cual corresponde a los árboles que quedaron en pie o árboles residuales después del aclareo y que han permanecido en pie en los últimos doce años, son los mismos a los que se les ha hecho la presente evaluación.

La densidad por categoría diamétrica residual y actual se obtuvo con base en el promedio de los 10 sitios en cada rodal, para después obtener la densidad (número de árboles/ha) en ambos rodales.

Debido a que la densidad de árboles extraídos por categorías diamétricas, incluye a los árboles que se cortaron en el aclareo, actualmente tocones, por lo cual no se contó

con los diámetros normales extraídos (DNE), y para reconstruir estos se probaron varios modelos de regresión lineal con la relación Diámetro normal actual-Diámetro actual a 0.30 m de altura del árbol, empleando los datos de los 744 árboles muestreados en ambos rodales, concluyendo que el mejor fue el siguiente:

$$DNE = -1.742333 + 0.922207 (D3)$$

Donde:

DNE = Diámetro normal extraído

D3 = Diámetro a 0.3 m de altura del árbol (en cm)

La densidad por categoría diamétrica extraída, se determinó con base en el diámetro normal extraído, promediándose y agrupándose por categoría diamétrica.

Diámetro normal:

El diámetro normal original por categorías diamétricas, se estimó con base en la densidad y diámetro normal de la estructura extraída y residual. La ecuación que se utilizó para determinar el diámetro normal fue la siguiente:

$$DNO = \frac{(DNE) (DE) + (DNR) (DR)}{DE + DR}$$

Donde:

DNO = Diámetro normal original

DNE = Diámetro normal extraído

DNR = Diámetro normal residual

DE = Densidad extraída

DR = Densidad residual.

Para determinar el diámetro normal residual (DNR) sin y con corteza, se estimaron con varios modelos generados mediante regresiones lineales, los cuales son:

El modelo con la relación Grosor de corteza - diámetro normal, el cual se obtuvo de los valores de los 744 árboles muestreados en ambos rodales.

$$GCA = -23.125711 + 13.470989 (\ln DNA)$$

Donde:

GCA = Grosor de corteza de la estructura actual

$\ln DNA$ = Logaritmo natural del diámetro normal actual

También, se probaron varios modelos de regresión lineal con la relación ICA-Diámetro normal, resultando el mejor el siguiente:

$$\ln ICA = -1.407936 + 0.000668 (DNA)^2 - 0.000014125 (DNA)$$

Donde:

$\ln ICA$ = Logaritmo natural del incremento corriente anual.

$(DN)^2$ = Diámetro normal actual al cuadrado

$DNA = (\text{Diámetro normal actual}) (\text{Diámetro normal actual})^2$

El incremento corriente anual (ICA) se determinó con la siguiente ecuación:

$$ICA = 2.71820^{\ln ICA}$$

En donde:

ICA = Incremento corriente anual

$2.71820 = e^x$ (base de los logaritmos naturales)

El incremento total en el período de 12 años antes del aclareo se determinó con la siguiente ecuación:

$$IT = (ICA) (12)$$

Donde:

IT = Incremento total de 12 años antes del aclareo

El diámetro normal sin corteza se determinó con base al diámetro normal actual (DNA) y al grosor de corteza actual (GCA), mediante la siguiente ecuación:

$$DNSC = DNA - (GCA) (2)$$

Donde:

DNSC = Diámetro normal sin corteza

GCA = Grosor de la corteza (en cm) de la estructura actual

2 = Constante

El diámetro normal sin corteza residual se determinó a partir del diámetro normal sin corteza y el incremento total, con la siguiente ecuación:

$$DNSCR = DNSC - IT$$

Donde:

DNSCR = Diámetro normal sin corteza residual

El grosor de corteza residual (GCR) se determinó utilizando el mismo modelo de grosor de corteza de la estructura actual, sustituyendo los valores de las variables

residuales.

El diámetro normal con corteza residual se determinó con la siguiente ecuación:

$$DNCCR = DNSCR + (2) (GCR)$$

Donde:

DNCCR = Diámetro normal con corteza residual

DNSCR = Diámetro normal sin corteza residual

GCR = Grosor de corteza residual (en cm)

El diámetro normal actual por categoría diamétrica se obtuvo con base en el promedio de los 10 sitios en cada rodal, para después obtener el diámetro normal actual por hectárea y agruparse por categoría diamétrica.

Altura total:

Para determinar la altura total original (ATO), se probaron varios modelos de regresión lineal con la relación altura total-diámetro normal, de los valores de los 744 árboles muestreados en los dos rodales estudiados, concluyendo que el modelo matemático que mejor representó la relación altura total-diámetro normal, por presentar una $R^2 = 0.87$, CME = 1.372 y C.V. = 10.1% es el siguiente:

$$ATO = -7.91810 + 6.424958 (\ln DNO)$$

Donde:

ATO = Altura total original

$\ln DNO$ = Logaritmo natural del diámetro normal original

Así mismo, para estimar la altura total de las estructuras residual, extraída y actual, se utilizó el mismo modelo antes citado, sustituyendo la variable diámetro normal en cada estructura. Cabe señalar que la altura actual se tuvo que ajustar con relación a la altura residual.

Area basal:

El área basal residual se determinó, con la siguiente fórmula:

$$ABR = 0.785398 \text{ (DNCCR/100)}^2$$

Donde:

ABR = Área basal residual

DNCCR = Diámetro normal con corteza residual (en cm)

Los resultados se agruparon por categoría diamétrica, para determinar el área basal por hectárea con base en la densidad residual, es decir, el número de individuos por hectárea.

El área basal extraída y actual se estimo, con base en el modelo del área basal residual, sustituyendo la variable diámetro normal respectivamente en cada estructura.

El área basal original por categoría diamétrica, se obtuvo a partir de la suma del área basal residual + área basal extraída. Obteniéndose para cada categoría diamétrica el área basal/ha.

Volumen:

El volumen residual por categoría diamétrica se determinó con base en el diámetro normal y en la altura total, utilizando la tabla de volúmenes para *Pinus rudis* Endl. elaborada para la Sierra de Arteaga por Torres E. y Cano A. (1993), siendo el modelo generado para esta tabla el siguiente:

$$VR = (0.2279648) ((DNCCR/100)^{1.805601}) (ATR^{1.165869})$$

Donde:

VR = Volumen residual

DNCCR = Diámetro normal con corteza residual (en cm)

ATR = Altura total residual (en m)

Una vez agrupados por categoría diamétrica, se obtuvo el volumen por hectárea.

El volumen actual y extraído se obtuvo, utilizando el mismo modelo de la estructura residual, sustituyendo los valores de la estructura actual y extraída en dicho modelo.

El volumen original por hectárea por categoría diamétrica se obtuvo mediante la suma del volumen residual + volumen extraído.

Edad:

La edad original se determinó usando la misma ecuación y procedimiento utilizado para el cálculo del diámetro normal original, en dicha ecuación se sustituyó los valores de la variable edad.

La edad por categoría diamétrica residual, se determinó a partir de la edad actual, con la siguiente ecuación:

$$EDADR = EDADA - 12$$

Donde:

EDADR = Edad residual (años)

EDADA = Edad actual (años)

12 = Número de años después del aclareo.

3.4.2 Estimación del incremento corriente anual (ICA) en diámetro sin y con corteza, área basal y volumen.

Para estimar el ICA en diámetro con y sin corteza, área basal y volumen, estas variables se determinaron en cuatro períodos de tres años cada uno, antes y después del aclareo, obteniendo el ICA de manera individual para cada período y después se promediaron estos períodos para obtener el ICA para cada variable.

También se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey y t-student de las variables antes citadas.

3.4.3 Distribución de productos

Obtención del volumen del tocón:

Para determinar el volumen del neiloide truncado (tocón)

se probaron varios modelos de regresión lineal con la relación Diámetro de la base del árbol - Diámetro a 0.30 m de altura del árbol, para ello se utilizaron 211 pares de valores de dicha relación de los datos de análisis troncales del trabajo de tesis de Franco A. (1997). Concluyendo que el mejor modelo fue el siguiente:

$$DBAS = 0.940577 + 1.000775 (D3)$$

Donde:

DBAS = Diámetro de la base del árbol (en cm)

D3 = Diámetro a 0.30 m de altura del árbol (en cm)

El área basal de la base y a 0.30 m de altura del árbol se determinó con las siguientes formulas:

$$ABBAS = 0.0000785391 (DBAS)^2 \quad \text{y} \quad AB3 = 0.0000785391 (D3)^2$$

Donde:

ABBAS = Area basal de la base del árbol

DBAS = Diámetro de la base del árbol

AB3 = Area basal a 0.30 m de altura del árbol

D3 = Diámetro a 0.30 m de altura del árbol.

El volumen del neiloide truncado se determinó con base en el área basal de la base y al área basal a 0.30 m de altura del árbol, y para obtener el volumen del neiloide se utilizó la fórmula mencionada por Romahn *et al.* (1994), la cual es la siguiente:

$$VOLN = ((SSUPTO + RA_CUB) (RACUBAS + RACU3) / 4) (0.3)$$

Donde:

$VOLN$ = Volumen del neilode

$SSUPTO$ = $ABBAS + AB3$

RA_CUB = $(ABBAS) ((AB3)^{1/3})$

$RACUBAS$ = $ABBAS^{1/3}$

$RACU3$ = $AB3^{1/3}$

4 = Constante

0.3 = Altura del tocón en metros

Obtención del volumen de cada sección del arbolado en pie:

Para obtener el volumen de cada sección del arbolado en pie, estas se clasificaron por categoría diamétrica y con base en la longitud y diámetro promedio de cada sección se determinó su volumen con la siguiente fórmula:

$$VOLS = L (0.0000785392) (D)^2$$

Donde:

$VOLS$ = Volumen de cada sección del árbol (m^3)

L = Longitud de cada sección del árbol (m)

D = Diámetro promedio de cada sección (cm)

Obtención del volumen de la punta del arbolado en pie:

El volumen de la punta se obtuvo con base en el área basal de la punta, que para todos los casos fue de 0.007 m^2 , y longitud de la punta del árbol, con la siguiente ecuación:

$$\text{VOLP} = (\text{ABP}) (\text{HP}) / 3$$

Donde:

VOLP = Volumen de la punta del árbol

ABP = Área basal de la punta del árbol

HP = Altura de la punta del árbol

Obtención del volumen total del arbolado en pie, al cual se le realizó la distribución de productos:

El volumen total se determinó con base en la suma de los volúmenes del neiliode, fuste (secciones) y punta del arbolado. Con la siguiente formula:

$$\text{VOLT} = \text{VOLN} + \text{VOLS} + \text{VOLP}$$

Donde:

VOLT = Volumen total

VOLN = Volumen del neiloide

VOLS = Volúmenes de cada sección del árbol

VOLP = Volumen de la punta del árbol

Determinación del porcentaje de volumen de la

distribución de productos por categoría diamétrica.

El porcentaje de los volúmenes totales del arbolado, se determinó con base en el volumen del neiloide, volúmenes de las secciones del arbolado, clasificando éstas secciones según su calidad y tipo de productos y volumen de la punta del árbol. Las fórmulas que se utilizaron para estimar los porcentajes fueron las siguientes:

$$PVN = (VOLN/VOLT) (100)$$

$$PVS = (VOLS/VOLT) (100)$$

$$PVP = (VOLP/VOLT) (100)$$

Donde:

PVN = Porcentaje de volumen del neiloide

PVS = Porcentaje del volumen de cada sección

PVP = Porcentaje del volumen de la punta

El porcentaje del volumen total (PVT) se determinó, mediante la suma de los porcentajes del neiliode, secciones y punta de los árboles a los que se les determinó en pie la distribución de productos, después se agruparon por categoría diamétrica.

Determinación del volumen de cada producto según su calidad:

Para determinar el volumen de cada producto según su

calidad se probaron varios modelos de regresión lineal, generandose la ecuación de porcentaje actual de volumen, para calcular los porcentajes de la distribución de productos en función de la categoría diamétrica. Resultando el mejor modelo el siguiente:

$$PAV = 102.539641 - 337.408068 \quad (1/CD)$$

Donde:

PAV = Porcentaje actual de volumen

CD = Categoría diamétrica

Con base en los porcentajes obtenidos con la ecuación anterior, se generó una tabla de coeficientes por categoría diamétrica (Apéndice 1) para el cálculo de volúmenes según su calidad y producto, cuyos coeficientes al multiplicarse con el volumen total/ha (m^3 r.t.a.) proporciona el volumen de cada producto según su calidad y categoría diamétrica. Esta tabla se elaboró tomando los datos de porcentaje de los dos rodales por categoría diamétrica, de los productos según su calidad y al porcentaje total de los productos se tomó como el 100% sin considerar porcentajes del neiloide y puntas y se sacó su relación con respecto al porcentaje de cada producto y la suma de estos resultados debe ser igual al PAV/100.

La tabla antes mencionada, se elaboró a partir de la categoría diamétrica de 5 cm hasta 55 cm y para las categorías mayores de 55 cm, a las cuales no se les determinó la distribución de productos en el campo por no haber aparecido

en los sitios muestreados, se asumió que la distribución era igual a la categoría diamétrica de 55 cm, por lo que se tomaron los mismos coeficientes de esta categoría para las categorías subsecuentes.

3.4.4 Indicadores financieros

Para el análisis financiero, se investigaron costos de arrime, cuota de camino, reforestación, servicios técnicos y gastos de administración, los que en su conjunto forman el costo general, así como también el precio de los productos forestales libres a bordo de brecha (LAB). La fuente de información de estos costos y precios fue el Ejido San Antonio de las Alazanas, municipio de Arteaga, Coah. (Apéndice 3).

3.4.5 Análisis comparativo dasométrico y financiero entre los dos rodales

Análisis comparativo dasométrico:

En este análisis se compararon las estructuras original y actual de ambos rodales, comparándose las variables densidad, área basal, volumen y edad. Esta comparación se realizó para conocer el comportamiento de las diferentes variables, de su estructura original respecto a la actual.

Análisis comparativo financiero:

Para realizar la comparación financiera, se obtuvo la tasa de interés real que aplica el FIRA en sus diversos proyectos de evaluación, dicha tasa oscila del 5 al 10% anual. Para este caso la tasa de interés real se consideró del 5% anual.

Esta comparación se desarrolló utilizando los valores del beneficio neto total (VBNT), de la estructura original, extraída (que fue el valor del beneficio neto total de la madera extraída) y actual de ambos rodales.

Tasa de interés real = 5% anual (Fuente: FIRA el 4 de junio de 1998).

Los valores se sustituyeron en la fórmula del interés compuesto que es la siguiente:

$$IC = Vo (1 + i)^n$$

Donde:

IC = Interés compuesto

Vo = Valor presente

i = Tasa de interés real

n = Número de períodos (años)

IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Estructura dasométrica del bosque

4.1.1 Original

La densidad del arbolado en el rodal número 1, presentó una densidad promedio de 627 árboles/ha. La densidad se encontró distribuida a partir de la categoría diamétrica de 5 cm hasta 70 cm, con excepción de la categoría diamétrica de 60 cm la cual no se encontró en el rodal. El mayor número de árboles/ha se ubicó en la categoría diamétrica de 15 cm, con un número de individuos de 129 árboles/ha, y la categoría diamétrica donde se presentó la menor densidad fue la de 70 cm con 1 árbol/ha.

La densidad del arbolado en el rodal número 2, presentó una densidad de 663 árboles/ha. La densidad en este rodal se distribuyó de la categoría de 5 cm hasta la de 120 cm, con excepción de las categorías de 65, 75, 90, 95, 100, 110 y 115 que no se presentaron en el rodal. El mayor número de árboles/ha se encontró en la categoría diamétrica de 15cm, con 154 árboles/ha, y las categorías con menor densidad fueron las de 50, 55, 60, 70, 80, 105 y 120 cm que presentaron 1 árbol/ha.

En ambas estructuras se puede observar, que en la categoría de 15 cm se concentra el mayor número de árboles/ha, para ir decreciendo irregularmente conforme aumenta la categoría diamétrica (Cuadro 1 y Figura 1) (ver archivo `estact12.ch3`)

Cuadro 1. Densidad (No.arb./ha), área basal y volumen/ha y edad por categorías diamétricas de la estructura original de dos rodales de *Pinus rudis*, en Arteaga, Coah.

CD (cm)	DNM	HTM	Ni/ha	AB/ind (m ²)	AB/ha (m ² /ha)	Vol/ind (m ³)	Vol/ha (m ³ /ha)	Edad (años)
RODAL 1								
5	6.0	3.5	92	0.002	0.27	0.007	0.644	29.0
10	11.2	7.5	119	0.009		1.18	0.047	5.593
36.3	15	16.1	9.9	129	0.020	2.64	0.123	15.867
45.1	20	20.7	11.5	124	0.033	4.19	0.231	28.644
46.2	25	25.4	12.8	87		0.050	4.41	0.378
32.886	50.2							
30	30.3	13.9	45	0.072	3.24	0.571	25.695	55.1
35	36.0	15.1	13	0.101	1.32	0.854	11.102	62.2
40	41.0	15.9	7	0.131	0.92	1.148	8.036	77.0
45	45.7	16.6	2	0.164	0.32	1.471	2.942	105.0
50	49.6	17.1	4	0.193	0.77	1.767	7.068	92.8
55	53.6	17.6	2	0.225	0.45	2.102	4.204	93.7
65	64.9	18.8	2	0.331	0.66	3.216	6.432	109.0
70	69.1	19.2	1	0.374	0.37	3.686	3.686	.
Σ = 627 Σ= 20.74 Σ= 152.799 $\bar{X}$ = 66.8								
RODAL 2								
5	6.1	3.6	123	0.002	0.36	0.007	0.861	24.2
10	11.4	7.6	147	0.010		1.50	0.049	7.203
36.7								
15	16.3	10.0	154	0.021	3.23	0.127	19.558	41.4
20	20.8	11.5	115	0.034	3.92	0.234	26.910	51.9
25	25.4	13.0	67	0.050	3.40	0.378	25.326	51.4
30	30.6	14.1	25	0.073	1.83	0.585	14.625	54.9
35	35.4	15.0	18	0.098	1.77	0.821	14.778	61.9
40	39.4	15.7	2	0.122	0.24	1.052	2.104	70.7
45	44.4	16.4	3	0.154	0.46	1.375	4.125	81.5
50	49.0	17.0	1	0.188	0.18	1.719	1.719	87.6
55	53.6	17.7	1	0.225	0.22	2.102	2.102	93.7
60	58.2	18.1		1	0.266	0.26	2.525	2.525
99.8								
70	72.0	19.5	1	0.407	0.40	4.039	4.039	118.2
80	81.2	20.4	1	0.518	0.51	5.253	5.253	130.4
85	85.3	20.6	2	0.571	1.14	5.835	11.670	136.5
105	104.3	22.0	1	0.854	0.85	9.011	9.011	160.9
120	118.1	22.7	1	1.096	1.09	11.764	11.764	179.2
Σ = 663 Σ= 21.36 Σ= 163.573 $\bar{X}$ = 87.1								

CD = Categoría diamétrica, DNM = Diámetro normal, HTM = Altura

total, N_i/ha = Número de individuos por hectárea, AB/ind = Área basal individual, AB/ha = Área basal por hectárea, Vol/ind = Volumen individual, Vol/ha = Volumen por hectárea

La estructura del área basal en el rodal número 1, presentó un área basal promedio de $20.74 \text{ m}^2/ha$. La mayor área basal se registró en la categoría diamétrica de 25 cm con $4.41 \text{ m}^2/ha$ y el menor valor se encontró en la categoría de 5 cm con área basal de $0.27 \text{ m}^2/ha$.

En la estructura del área basal en el rodal 2, el promedio presentó $21.36 \text{ m}^2/ha$. El mayor valor de área basal se presentó en la categoría diamétrica de 20 cm con $3.92 \text{ m}^2/ha$ y el menor valor de área basal ocurrió en la categoría de 50 cm con $0.18 \text{ m}^2/ha$.

Los mayores valores del área basal en los rodales 1 y 2, se presentaron en las categorías diamétricas de 25 y 20 cm, respectivamente, decreciendo conforme aumenta el diámetro. La distribución del área basal tiene una forma de campana de Gauss hasta la categoría diamétrica de 45 cm en el rodal 1 y 40 cm en el rodal 2, después de estas categorías en ambos rodales el área basal se presenta de forma irregular (Cuadro 1 y Figura 1).

El volumen original promedio en el rodal 1, fue de $152.799 \text{ m}^3/ha$. El mayor volumen ocurrió en la categoría diamétrica de 25 cm con un volumen de $32.886 \text{ m}^3/ha$ y el menor valor de volumen se presentó en la categoría de 5 cm con $0.644 \text{ m}^3/ha$.

El volumen original promedio en el rodal 2, fue de 163.573 m³/ha. El mayor volumen se registró en la categoría de 20 cm con 26.910 m³/ha, y decrece el volumen de manera irregular en las categorías subsecuentes; el menor volumen fue en la categoría de 5 cm con un volumen de 0.861 m³/ha.

En ambos rodales los mayores volúmenes se presentaron en las categorías diamétricas de 20 y 25 cm, respectivamente, decreciendo irregularmente conforme aumenta el diámetro, debido a que la densidad por categoría diamétrica disminuye cuando aumenta el diámetro. Hawley y Smith (1972) menciona que el crecimiento en volumen varía con la densidad y que el volumen deberá ser constante y óptimo para un amplio campo de densidad (Cuadro 1 y Figura 1).

La edad original promedio en el rodal número 1, fue de 66.8 años, con una área basal de 20.74 m²/ha y en el rodal 2 la edad promedio fue de 87.1 años con un área basal de 21.36 m²/ha. La estructura de edades en ambos rodales es irregular, debido a que presenta un amplio rango de edades a través de las diferentes categorías diamétricas, por lo que se puede decir que era un bosque de edades múltiples o incoetáneo.

En ambos rodales la estructura de edades aumenta al ir aumentando la categoría diamétrica, a excepción de la categoría de 45 cm en el rodal 1, la edad de la categoría de 70 cm no se reportó debido a que en el campo no se le determinó la edad por haberse encontrado en un sitio

incompleto durante el muestreo a los cuales no se les determinó edad. Alvarez y Varona (1988) mencionan que la edad se comporta como una línea casi recta en el caso del aumento del diámetro según la edad (Cuadro 1 y Figura 1).

La densidad disminuye conforme aumenta la categoría diamétrica, esto responde a la ley de autoaclareo o ley de los $-3/2$, que se fundamenta en la disminución del número de árboles a medida que aumenta el tamaño de los mismos, que es debido a la competencia (Yoda *et al.*, 1963).

4.1.2 Extraída

En el rodal numero 1, la densidad promedio extraída fue de 225 árboles/ha. En las categorías que mayor densidad se extrajo fue en las de 10 y 15 cm con 65 y 64 árboles/ha, respectivamente, la menor densidad extraída se presentó en la categoría de 65 cm con 1 árbol/ha. En esta estructura no se reportan las categorías de 40, 45 y 60 cm debido a que no se obtuvieron muestras de ellas en el campo. En el rodal número 2, la densidad promedio extraída fue de 321 árboles/ha. En la categoría de 10 cm se extrajo el mayor número de individuos con 93 árboles/ha, decreciendo en la de 15 cm con 84 árboles/ha. Y las categorías con menor número de individuos fueron las de 40, 50, 55, 60, 70, 80, 85, 105 y 120 cm con 1

árbol/ha cada una de ellas (Cuadro 2 y Figura 2) (ver archivo estext12.ch3).

Cuadro 2. Densidad (No.arb./ha), área basal y volumen/ha y edad por categorías diamétricas de la estructura extraída de dos rodales de *Pinus rudis*, en Arteaga, Coah.

CD Edad (cm) (años)	DNM	HTM	Ni/ha	AB/ind (m ²)	AB/ha (m ² /ha)	Vol/ind (m ³)	Vol/ha (m ³ /ha)
RODAL 1							
5	7.5	5.0	32	0.004	0.14	0.013	0.416
32.6	10	12.1	8.1	65	0.011	0.74	0.057
38.7	15	16.8	10.2	64	0.021	1.40	0.134
8.576	44.8						
20	21.3	11.7	34	0.035	1.21	0.247	8.398
51.0							
25	26.0	13.0	19	0.052	1.00	0.396	7.524
57.1							
30	30.5	14.1	4	0.073	0.29	0.583	2.152
63.2							
35	35.1	15.0	2	0.097	0.19	0.808	1.616
69.3							
50	49.0	17.1	2	0.188	0.37	1.719	3.438
87.6							
55	53.6	17.6	2	0.225	0.45	2.102	4.204
93.7							
65	65.1	19.0	1	0.333	0.33	3.236	3.236
109.0							
Σ = 225							
Σ = 6.12							
Σ = 43.265 x =							
RODAL 2							
5	7.5	5.0	39	0.004	0.17	0.013	0.507
32.6	10	12.1	8.1	93	0.011	1.06	0.057
38.7	15	16.8	10.2	84	0.021	1.84	0.134
11.256	44.8						
20	21.3	11.7	59	0.035	2.10	0.207	12.213
51.0							

25	26.0	13.0	18	0.052	0.95	0.396	7.128
57.1							
30	30.5	14.1	10	0.073	0.73	0.583	5.830
63.2							
35	35.1	15.0	6	0.097	0.58	0.808	4.848
69.3							
40	39.8	15.7	1	0.124	0.12	1.072	1.072
75.4							
45	44.3	16.4	3	0.154	0.46	1.375	4.125
81.5							
50	49.0	17.1	1	0.188	0.18	1.719	1.719
87.6							
55	53.6	17.6	1	0.225	0.22	2.102	2.102
93.7							
60	58.2	18.2	1	0.266	0.26	2.525	2.525
99.8							
70	72.0	19.5	1	0.407	0.40	4.039	4.039
118.2							
80	81.2	20.3	1	0.518	0.51	5.253	5.253
130.4							
85	85.9	20.7	1	0.579	0.57	5.922	5.922
136.5							
105	104.3	22.0	1	0.854	0.85	9.011	9.011
160.9							
120	118.1	22.7	1	1.096	1.09	11.764	11.764
179.2							

	$\Sigma = 321$	$\Sigma = 12.09$	$\Sigma = \bar{94.615}$	$x =$
89.4				

CD = Categoría diamétrica, DNM = Diámetro normal, HTM = Altura total, Ni/ha = Número de individuos por hectárea, AB/ind = Area basal individual, AB/ha = Area basal por hectárea, Vol/ind = Volumen individual, Vol/ha = Volumen por hectárea

En ambos rodales en las categorías de 10 y 15 cm fue donde se extrajeron más individuos por hectárea. Observándose que la densidad por categoría diamétrica es inversamente proporcional al diámetro normal, en ambos rodales (Cuadro 2 y Figura 2). Lo cual responde al autoaclareo que es debido a la

competencia.

Alonso G. (1996) reporta que al evaluar la densidad máxima media, encontró que a partir de la categoría de 10 cm, disminuye la densidad a medida que aumenta el diámetro, también menciona que mediante el índice de densidad de Reineke generó una pendiente de -1.54 para *Pinus rudis* que considera similar al reportado por Yoda et al. (1967) la cual corresponde a -1.5, y este comportamiento se conoce como la ley del autoaclareo o ley de los $-3/2$, que es debido a la competencia.

El área basal extraída promedio en el rodal 1, fue de 6.12 m²/ha. Las categorías que mayor área basal presentaron fueron las de 15 cm con 1.40 m²/ha y la de 20 cm con 1.21 m²/ha y la categoría que menor área basal presento fue la de 5 cm con 0.14 m²/ha. El área basal extraída promedio en el rodal 2, fue de 12.09 m²/ha, presentándose las mayores áreas basales de extracción en las categorías de 20 y 15 cm con 2.10 m²/ha y 1.84 m²/ha respectivamente y la menor área basal ocurrió en la categoría de 40 cm con 0.12 m²/ha.

En ambos rodales las mayores áreas basales se extrajeron de las categorías diamétricas de 15 y 20 cm. Asumiéndose que en el aclareo se aplicó el criterio de extraer más en las categorías diamétricas que mayor área basal presentaron (Cuadro 2 y Figura 2).

El volumen extraído promedio en el rodal número 1, fue de 43.265 m³/ha. El mayor volumen se encontró en la categoría diamétrica de 15 cm con 8.576 m³/ha, siguiendo la categoría de 20 cm con 8.398 m³/ha; el menor volumen ocurrió en la categoría de 5 cm con 0.416 m³/ha. El volumen extraído promedio en el rodal número 2, fue de 94.615 m³/ha. Los mayores volúmenes se registraron en las categorías de 20 cm con 12.213 m³/ha y 120 cm con 11.764 m³/ha, el menor volumen se presentó en la categoría de 5 cm con 0.507 m³/ha.

En el rodal 1, la categoría diamétrica a la que se le extrajo mayor volumen fue la de 15 cm y en el rodal 2 fue a la categoría de 20 cm, disminuyendo el volumen irregularmente en las subsecuentes categorías en ambos rodales. En los mencionados rodales la intensidad de corta aplicada fue de 28% en el rodal 1 y 58% en el rodal 2 (Cuadro 2 y Figura 2).

La edad promedio en el rodal 1, fue de 64.6 años, en una población con una densidad de 225 árboles/ha y el promedio de edad en el rodal 2 fue de 89.4 años en una población con una densidad de 321 árboles/ha. En esta estructura se extrajeron árboles de múltiples edades, aunque en su mayoría fueron árboles de categorías pequeñas.

Se puede observar que en los dos rodales las edades aumentan proporcionalmente a la categoría diamétrica (Cuadro 2 y Figura 2)

4.1.3 Estructura actual

La densidad del arbolado en el rodal número 1, se distribuye en las categorías diamétricas de 10 a 70 cm con excepción de la categoría de 60 cm. La densidad promedio actual es de 402 árboles/ha. La mayor densidad se presenta en la categoría diamétrica de 25 cm con 90 árboles/ha. La menor densidad se presenta en las categorías de 65 y 70 cm con 1 árbol/ha cada una (Cuadro 3 y Figura 3) (ver archivo *estrur.ch3*).

La densidad del arbolado en el rodal 2, se distribuye de las categorías diamétricas de 10 a 85 cm, con excepción de las categorías de 50, 55, 60, 65 y 70 cm que no aparecieron durante el muestreo en el área de estudio. La densidad actual promedio es de 342 árboles/ha. Presentándose la mayor densidad en la categoría de 10 cm con 84 árboles/ha, respectivamente. Las categorías que presentan menor densidad son las de 45 y 85 cm con 1 árbol/ha cada una de ellas (Cuadro 3 y Figura 3).

Cuadro 3. Densidad (No.arb./ha), área basal y volumen/ha y edad por categorías diamétricas de la estructura actual de dos rodales de *Pinus rudis*, en Arteaga,

Coah.

CD Edad (cm)	DNM	HTM	Ni/ha (m ²)	AB/ind (m ² /ha)	AB/ha (m ³)	Vol/ind (m ³ /ha)	Vol/ha (años)
RODAL 1							
10	10.1	7.0	60	0.008	0.48	0.034	2.040
39.1	15	14.8	9.3	54	0.017	0.92	0.097
45.5							
20	20.1	11.3	65	0.031	2.07	0.214	13.910
55.4							
25	25.1	12.8	90	0.049	4.44	0.366	32.940
56.4							
30	30.0	13.9	68	0.069	4.74	0.551	37.468
60.2							
35	34.6	14.9	41	0.094	3.86	0.782	32.062
66.4							
40	41.2	15.9	11	0.127	1.40	1.104	12.144
73.0							
45	44.8	16.5	7	0.157	1.09	1.400	9.800
89.0							
50	49.0	17.0	2	0.188	0.37	1.720	3.440
117.0							
55	53.0	17.5	2	0.220	0.44	2.050	4.100
110.0							
65	66.0	19.0	1	0.342	0.34	3.334	3.334
70	70.0	19.3	1	0.384	0.38	3.794	3.794
			$\Sigma = 402$	$\Sigma = 20.53$	$\Sigma = 160.270$	$\bar{x} =$	
RODAL 2							
10	10.2	7.0	84	0.008	0.68	0.035	2.940
32.3	15	14.8	9.3	54	0.017	0.92	0.098
45.3							
20	20.4	11.4	70	0.032	2.30	0.224	15.680
49.2							
25	24.9	12.8	56	0.048	2.72	0.359	20.104
59.5							
30	29.8	13.9	49	0.069	3.41	0.549	26.901
61.3							
35	35.0	14.9	15	0.096	1.44	0.800	12.000
61.5							
40	39.6	15.7	12	0.123	1.48	1.066	12.792
70.3							
45	43.0	16.2	1	0.145	0.14	1.281	1.281
78.0							
85	85.0	20.6	1	0.567	0.56	5.793	5.793

57.4 $\Sigma = 342$ 13.65 102.783 X=

CD = Categoría diamétrica, DNM = Diámetro normal, HTM = Altura total, Ni/ha = Número de individuos por hectárea, AB/ind = Area basal individual, AB/ha = Area basal por hectárea, Vol/ind = Volumen individual, Vol/ha = Volumen por hectárea

La densidad es inversamente proporcional al diámetro normal, ya que a medida que aumenta el diámetro normal disminuye el número de árboles, a excepción de las categorías diamétricas de 10 15 y 20 y 25 cm en el rodal 1 y 25 cm en el rodal 2, debido a que en estas categorías se extrajeron el mayor número de árboles/ha (Cuadro 3 y Figura 3).

Michail et al. (1997) mencionan que la distribución más extrema es la distribución diamétrica decreciente, que corresponde a los bosques incoetáneos. El rango de variación o rango diamétrico es muy grande, puede estar entre 0 y 70 cm o más, donde se pueden ver estrechamente mezclados árboles de todas las edades.

El promedio de área basal actual en el rodal 1, es de 20.53 m²/ha. La mayor área basal se presenta en la categoría diamétrica de 30 cm con 4.74 m²/ha, y la menor área basal ocurre en la categoría de 65 cm con 0.34 m²/ha.

El promedio de área basal en el rodal 2, es de 13.65 m²/ha. La mayor área basal se presenta en la categoría diamétrica de 30 cm con 3.41 m²/ha, y la menor área basal ocurre en la categoría de 45 cm con 0.14 m²/ha.

En ambas estructuras la mayor área basal se presenta en la categoría diamétrica de 30 cm, y se puede observar que el área basal tiene una forma de campana de Gauss hasta la categoría de 50 cm en el rodal 1 y 35 cm en el rodal 2, después de estas categorías el área basal se presenta de manera irregular en ambos rodales (Cuadro 3 y Figura 3).

El volumen actual promedio en el rodal 1, es de 160.270 m³/ha. El mayor volumen se presenta en las categoría diamétrica de 30 cm con 37.468 m³/ha, ocurriendo el menor volumen en la categoría de 10 cm con 2.040 m³/ha.

El volumen actual promedio en el rodal 2, es de 102.783 m³/ha. Presentándose el mayor volumen en la categoría de 30 cm con 26.901 m³/ha, ocurriendo el menor volumen en la categoría de 45 cm con 1.281 m³/ha.

En ambos rodales las categorías diamétricas que mejor respondieron al aclareo fueron las de 30 cm que presentaron los mayores volúmenes, así como también en esta categoría el volumen es mayor por el incremento en la densidad del arbolado por la incorporación de más individuos en estas categorías (Cuadro 3 y Figura 3).

Hernández M. (1994) reporta que en la estructura actual

encontró, una distribución promedio en volumen en orden ascendente de la categoría de 10 a la de 30 cm para después disminuir hasta la categoría de 50 cm. Este comportamiento de la evaluación de Hernández M. (1994) es similar a los 2 rodales estudiados en la presente evaluación, ya que el volumen es ascendente de la categoría de 10 a la de 30 cm y después disminuye conforme aumenta el diámetro.

El promedio de edad actual en el rodal 1 y 2, es de 71.2 y 57.4 años de edad, en una población de 402 y 342 árboles/ha, respectivamente. La edad en ambos rodales es proporcional al diámetro, ya que conforme aumenta la edad aumenta el diámetro. También se encontró que en la actualidad ambos rodales presentan edades múltiples por lo que se puede decir que ambas estructuras son incoetáneas (Cuadro 4 y Figura No.4).

4.1.4 Residual

La densidad residual en el rodal 1, que fueron los árboles que quedaron en pie después del aclareo, se distribuyó de las

categorías diamétricas de 5 a 70 cm con excepción de la categoría de 60 cm. Encontrándose una densidad residual promedio de 402 árboles/ha. El mayor número de individuos se presentó en la categoría de 20 cm con 90 árboles/ha y la menor densidad ocurrió en las categorías de 60 y 70 cm con 1

árbol/ha cada una de ellas (Cuadro 4 y Figura 4) (ver archivo estres.ch3)

La densidad en el rodal número 2, se distribuyó de las categorías diamétricas de 5 a 85 cm con excepción de las categorías de 45, 50, 55, 60, 70 y 80 cm. La densidad residual promedio fue de 342 árboles/ha. La mayor densidad ocurrió en la categoría de 5 cm con 84 árboles/ha, seguida por la categoría de 15 cm con 70 árboles/ha y el menor número de individuos se presentó en las categorías de 40 y 85 cm con 1 árbol/ha cada una (Cuadro 4 y Figura 4).

Cuadro 4. Densidad (No.arb./ha), área basal y volumen/ha y edad por categorías diamétricas de la estructura residual de dos rodales de *Pinus rudis*, en Arteaga, Coah.

CD Edad (cm)	DNM	HTM	Ni/ha (m ²)	AB/ind (m ² /ha)	AB/ha (m ³)	Vol/ind (m ³ /ha)	Vol/ha (años)
RODAL 1							
5	5.3	2.8	60	0.002	0.13	0.003	0.180
27.1							
10	10.1	7.0	54	0.008	0.43	0.035	1.890
15	15.6	9.8	65	0.010	1.23	0.112	7.280
43.4							
20	20.5	11.5	90	0.033	2.98	0.225	20.250
25	25.2	12.9	68	0.050	3.41	0.373	25.364
30	30.2	14.0	41	0.071	2.94	0.570	23.370
35	36.1	15.1	11	0.102	1.12	0.863	9.493
40	41.0	16.0	7	0.131	0.92	1.148	8.036
45	45.8	16.6	2	0.164	0.32	1.471	2.942
50	50.2	17.2	2	0.197	0.39	1.816	3.632
65	64.7	18.9	1	0.324	0.32	3.195	3.195
70	70.0	19.2	1	0.374	0.37	3.686	3.686

	$\Sigma = 402$			$\Sigma = 14.56$		$\Sigma = 109.318$		$\bar{X} = 59.3$
RODAL 2								
5	5.4	3.0	84	0.002	0.19	0.004	0.336	20.3
10	10.9	7.0	54	0.008		0.44	0.035	1.890
33.3	15	16.0	9.9	70	0.019	1.39	0.119	8.330
37.2								
20	20.3	11.4	56	0.032	1.81	0.220	12.320	42.7
25	25.2	12.9	49	0.050	2.45	0.372	18.228	49.3
30	30.6	14.1	15	0.073	1.10	0.586	8.790	49.5
35	35.5	15.0	12	0.099	1.18	0.829	9.924	58.3
40	39.1	15.6	1	0.120	0.12	1.032	1.032	66.0
85	84.7	20.6	1	0.563	0.56	5.748	5.578	.
	$\Sigma = 342$			$\Sigma = 9.24$		$\Sigma = 66.598$		$\bar{X} = 44.5$

CD = Categoría diamétrica, DNM = Diámetro normal, HTM = Altura total, Ni/ha = Número de individuos por hectárea, AB/ind = Area basal individual, AB/ha = Area basal por hectárea, Vol/ind = Volumen individual, Vol/ha = Volumen por hectárea

En esta estructura las categorías diamétricas retroceden una categoría con respecto a la actual, debido a que el tiempo de paso es de 12 años con respecto a la estructura actual, a excepción de las categorías de 65 y 70 cm en el rodal 1 y 85 cm en el rodal 2 que permanecen iguales con respecto a la estructura actual, lo cual indica que el incremento en estas categorías es menor a las demás categorías y el tiempo de paso es superior a los 12 años (Cuadro 4 y Figura 4).

El área basal promedio en el rodal 1, fue de 14.56 m²/ha. Las mayores áreas basales se presentaron en las categorías

diamétricas de 25 cm con 3.41 m²/ha decreciendo en la de 20 cm con 2.98 m²/ha. La menor área basal ocurrió en la categoría de 5 cm con 0.13 m²/ha.

El área basal promedio en el rodal 2, fue de 9.24 m²/ha. La mayor área basal se encuentra en la categoría de 25 cm con 2.45 m²/ha, seguida de la categoría de 20 cm con 1.81 m²/ha. La menor área basal ocurrió en la categoría de 40 cm con 0.12 m²/ha.

En ambos rodales la mayor área basal por hectárea se presentó en la categoría diamétrica de 25 cm. La distribución del área basal fue en forma de campana de Gauss (Cuadro 4 y Figura 4). El área basal individual aumenta de manera directamente proporcional al diámetro, como resultado del aumento de las dimensiones de los árboles individuales

Hernández M. (1994) reporta que después de un aclareo en un rodal de *Pinus*, encontró un área basal residual promedio de 9.10 m²/ha. También encontró la mayor área basal residual en la categoría de 25 cm. Siendo dicha categoría similar en los dos rodales evaluados ya que estas presentaron la mayor área basal residual en ambos rodales.

En el rodal 1, el volumen residual promedio fue de 109.318 m³/ha. Los mayores volúmenes se presentaron en las categorías diamétricas de 25 y 30 cm con un volumen de 25.364 m³/ha y 23.370 m³/ha respectivamente y el menor volumen se presentó en la categoría de 5 cm con 0.180 m³/ha.

En el rodal numero 2, el volumen residual promedio fue de 66.598 m³/ha. Los mayores volúmenes residuales se presentaron en las categorías de 25 y 20 cm con 18.228 m³/ha y 12.320 m³/ha respectivamente, y el menor volumen se presentó en la categoría de 5 cm con 0.336 m³/ha.

En ambos rodales el mayor volumen residual que quedó en pie, después del aclareo ocurrió en la categoría diamétrica de 25 cm, encontrándose los volúmenes más bajos en la categoría de 5 cm de cada rodal (Cuadro 4 y Figura 4).

Hernández M. (1994) reporta que el volumen residual promedio que encontró después de un aclareo fue de 58.290 m³/ha, y que el mayor volumen promedio residual por categoría diamétrica fue en las de 20 y 25 cm. Siendo el comportamiento de la categoría de 25 cm es similar en los dos rodales evaluados en el presenta trabajo.

La edad residual promedio en el rodal número 1, fue de 59.2 años en una población con una densidad de 402 árboles/ha y en el rodal 2 la edad promedio fue de 44.5 años en una densidad poblacional de 342 árboles/ha. La tendencia que tiene la edad en ambos rodales, es que a mayor diámetro mayor edad. (Cuadro 4 y Figura 4).

Las edades de las categorías de 65 y 70 cm en el rodal 1, y la de 85 cm en el rodal 2, no se reportan por las mismas causas reportadas en la edad original.

4.2 Comparación de la estructura actual con la original en el rodal 1 y 2.

Densidad:

La densidad actual comparada con la original en el rodal 1, muestra que en la estructura actual en las categorías de 25, 30, 35, 40 y 45 cm el número de árboles/ha es superior con respecto a la original ya que en la condición actual presentan 90, 68, 41, 11 y 7 árboles/ha respectivamente, siendo la diferencia en dichas categorías de 3, 23, 28, 4 y 5 árboles/ha con respecto a la estructura original (Figura 5) (ver archivo cestoal2.ch3).

En el rodal 2, ésta comparación, muestra que la estructura actual, en las categorías de 30 y 40 cm el número de árboles/ha es superior a la condición original ya que presentan 49 y 12 árboles/ha respectivamente, con una diferencia con respecto a la estructura original de 24 y 10 árboles/ha. Esto probablemente se debe a que el tiempo de paso transcurrió en un período corto de años y algunas categorías menores se incorporaron a las categorías mencionadas en ambos rodales (Figura 5).

Area basal

El área basal actual comparada con la original en el rodal 1, presenta un incremento en las categorías diamétricas de 25, 30, 35, 40 y 45 cm y ligeramente en la de 70 cm con respecto a

la estructura original, esto se debe a que en la estructura actual el número de árboles/ha es superior en estas categorías, y en las demás categorías el área basal es superior a la actual. El área basal original fue de 20.74 m²/ha y la actual de 20.53 m²/ha y la residual de 14.56 m²/ha, por lo que se tuvo un incremento de 5.97 m²/ha del período de intervención a la fecha (1985-1997). Para recuperar completamente el área basal original se requiere de 0.21 m²/ha en la condición actual. Por lo que se requiere de poco tiempo para recuperar el área basal original en la estructura actual (Figura 5).

El área basal actual comparada con la original en el rodal 2 presenta un incremento en las categorías diamétricas de 30 y 40 cm debido a que presentan mayor densidad por hectárea. El área basal original fue de 21.36 m²/ha, la actual de 13.65 m²/ha y la residual de 9.24 m²/ha, por lo que en la estructura actual hubo un incremento de 4.41 m²/ha del período de intervención a la fecha (1985-1997), y se requiere de un incremento de 7.71 m²/ha de área basal en la estructura actual para recuperar la condición original (Figura 5).

El volumen actual comparado con el volumen original en el rodal 1 muestra que en las categorías diamétricas de 25, 30, 35, 40 y 45 cm, presentan mayor volumen con respecto a la estructura original. El volumen actual promedio es de 160.270 m³/ha y el original fue de 152.799 m³/ha, del cual se extrajeron 43.265 m³/ha, quedando un volumen residual de 109.318 m³/ha, resultando un incremento después de la intervención de 50.952 m³/ha. Observándose que la diferencia del volumen actual es superior al original por 7.471 m³/ha. El volumen en la condición actual ya se recuperó debido a que los árboles residuales al ser liberados respondieron mejor al aclareo, ya que dispusieron de mayor espacio, luz, nutrientes, agua y la competencia intraespecífica por estos recursos fue menor, y también porque la intensidad de corta en este rodal fue baja, de 28% (Figura 5).

El volumen actual en el rodal 2 muestra un monto superior en las categorías diamétricas de 30 y 40 cm con respecto al volumen original, esto debido a que en la condición actual presentan mayor densidad por hectárea. El volumen promedio original fue de 163.573 m³/ha y el actual de 102.783 m³/ha, el volumen extraído fue de 94.615 m³/ha, quedando un volumen residual de 66.598 m³/ha, después del período de intervención ha habido un incremento volumétrico de 36.185 m³/ha, lo cual indica que el incremento volumétrico actual fue menor al volumen extraído. Y para recuperar el volumen original en la

condición actual se requiere de un incremento de $60.790 \text{ m}^3/\text{ha}$. El volumen original aún no se recupera en la estructura actual debido a que en este rodal la intensidad de corta fue de 58% (Figura 5).

Edad

El promedio de edad original en el rodal 1 es de 66.8 años con una densidad poblacional de 627 árboles/ha y en la estructura actual es de 71.2 años con una densidad poblacional de 402 individuos/ha existiendo una diferencia de edades de 5 años y 225 árboles/ha en la estructura original respecto a la estructura actual. La edad actual comparada con la original, es mayor con respecto a la original a excepción de las categorías diamétricas de 40 y 45 cm que presentan menos años en la condición actual, debido a que en estas categorías hubo mayor incremento en diámetro después del aclareo (Figura 5).

El promedio de edad en la estructura original en el rodal 2 fue de 87.1 años con una densidad poblacional de 663 árboles/ha y en la estructura actual fue de 57.1 años con una densidad poblacional de 342 árboles/ha existiendo una diferencia de 30 años, esto debido a que en la estructura original presentó mayor número de categorías diamétricas con árboles con diámetro normal hasta de 120 cm y en la estructura actual se tomaron datos de edad de la categoría de 10 a 45 cm, debido a que categorías superiores a la mencionadas no

aparecieron en los sitios completos en los que se registró la variable edad, lo cual hizo que aumentara la diferencia de edades de la estructura original con respecto a estructura actual. La edad actual, presenta las mayores edades en comparación con la original a excepción de las categorías diamétricas de 10, 35, 40 y 45 cm que son ligeramente menores en la condición actual (Figura 5).

4.3 Crecimiento del bosque

El análisis de varianza para el ICA en cm del diámetro normal sin corteza, arrojó diferencias altamente significativas ($p = 0.01$). Por lo que al hacer la prueba de comparación de medias de Tukey, se encontró que no existieron diferencias antes y después del aclareo comparando el rodal 1 con el 2, y tampoco hubo diferencias dentro de los mismos rodales. Sin embargo, existieron diferencias entre el rodal 1 antes y el rodal 2 después del aclareo (Cuadro 5 y Figuras 6 y 7) (ver archivos cestoal2.ch3, aysical2.ch3 y icadr12.ch3).

El análisis de varianza para el ICA en cm del diámetro normal con corteza, muestra que no existieron diferencias ($p = 0.1635$), por lo que al realizar la prueba de comparación de medias de Tukey, ésta muestra que no existieron diferencias después del aclareo, por lo que se asume que antes tampoco hubo diferencias entre ambos rodales (Cuadro 5 y Figuras 6 y 7).

Cuadro 5. Comparación de medias de Tukey, del ICA en diámetro normal sin y con corteza, en dos rodales de *Pinus rudis*.

ICADSC			ICADCC	
Rodal	MAA (cm)	MDA (cm)	Rodal	MDA (cm)
1	0.2385 b	0.2787ab	1	0.2989a
2	0.2712ab	0.2973a	2	0.3502a

Medias con diferente letra son significativamente diferentes. Determinado por Tukey HSD al $\alpha = 0.05$ con $n = 4$
 ICADSC = ICA en diámetro sin corteza, ICADCC = ICA en diámetro con corteza, MAA = Medias antes del aclareo, MDA = Medias después del aclareo.

En ambos rodales al no haber diferencias antes y después del aclareo, en las variables antes mencionadas el incremento fue similar o se redistribuyó en algunas categorías diamétricas.

Klepac (1976) menciona que bajo condiciones normales del medio ambiente, el incremento en diámetro es pequeño al principio, después aumenta hasta alcanzar una fase de alta calidad y disminuye gradualmente, llegando a ser muy reducido en árboles viejos, así mismo menciona que mediante la aplicación de aclareos intensivos se puede acelerar el incremento en diámetro mientras que con aclareos ligeros el incremento en diámetro disminuye.

Al realizar el análisis de varianza para el ICA en cm en

área basal, arrojó diferencias altamente significativas ($p = 0.0001$), por lo que al realizar la prueba de comparación de medias de Tukey, del ICA en área basal, se encontró que al comparar el rodal 1 contra el rodal 2, antes y después del aclareo no hubo diferencias estadísticas, así mismo al realizar dicha prueba dentro de cada rodal antes y después del aclareo, se encontraron diferencias estadísticas en cada uno de estos rodales (Cuadro 6 y Figuras 6 y 7).

Estas diferencias se deben a que cuando la densidad se altera en un bosque, se ocasiona un cambio significativo en el incremento en área basal. Hawley y Smith (1972) mencionan que cuando un rodal es aclarado de forma severa, el crecimiento en área basal se favorece sustancialmente y cuando un rodal es excesivamente denso el incremento en área basal se reduce.

Al realizar el análisis de varianza para el ICA en cm en volumen, arrojó diferencias altamente significativas ($p = 0.0001$). Y al realizar la comparación de medias de Tukey, del ICA en volumen antes y después de aclareo, así como dentro de los mismos rodales sucedió el mismo caso encontrado en el área basal. Las diferencias se deben que al realizar el aclareo los árboles residuales dispusieron de más luz y espacio y nutrientes, lo cual influyó en el desarrollo de cada árbol (Cuadro 6 y Figuras 6 y 7).

Klepac (1976) menciona que hay un efecto positivo cuando se realiza un aclareo, en el ICA en volumen ya que a los árboles se les proporciona más luz y espacio.

Cuadro 6. Comparación de medias de Tukey, del ICA en área basal y volumen, en dos rodales de *Pinus rudis*.

ICAAB			ICAVOL		
Rodal	MAA (cm)	MDA (cm)	Rodal	MAA (cm)	MDA (cm)
1	0.0006b	0.0009a	1	0.008a	
0.0114b					
2	0.0007b	0.0010a	2	0.009a	0.0119b

Medias con diferente letra son significativamente diferentes. Determinado por Tukey HSD al $\alpha = 0.05$ con $n = 4$ ICAAB = ICA en área basal, ICAVOL = ICA en volumen, MAA = Medias antes del aclareo, MDA = Medias después del aclareo.

También se realizaron pruebas de comparación de medias t-student por categoría diamétrica de las cuatro variables antes mencionadas en las que se comparan el rodal 1 con el 2 y, dentro de los mismos rodales, categoría por categoría, antes y después del aclareo (Apéndice 2).

4.4 Distribución de productos

Volúmenes de distribución de productos de la estructura original:

La distribución de productos original en el rodal 1, presenta un volumen total de 152.799 m³r.t.a./ha de los cuales 29.53% corresponden a productos para aserrío de medidas comerciales, 20.82% para productos para aserrío de cortas dimensiones, 13.42% para trocería destinada a celulósicos,

24.94% para morillos y pilotes y, el 11.33% corresponden a tocones y puntas. El producto que presenta mayor volumen por categoría diamétrica es el clasificado para morillos y pilotes y en la categoría de 20 cm con 17.152 m³R./ha y los menores volúmenes ocurrieron en productos clasificados para aserrío de 4^a calidad y cortas dimensiones en la categoría de 45 cm ambos productos con el mismo volumen de 0.261 m³R./ha (Cuadro 7).

La distribución de productos original en el rodal 2, presenta un volumen total de 163.573 m³r.t.a./ha, de los cuales 33.50% corresponde a trocería destinada para aserrío de medidas comerciales, 21.39% para productos de aserrío de cortas dimensiones, 15.63% para trocería destinada a celulosa, 18.77% para morillos y pilotes y, el 10.75% es considerado desperdicio que corresponde a tocones y puntas. El producto que presenta mayor volumen por categoría diamétrica es el clasificado para morillos y pilotes en la categoría de 20 cm con 16.113 m³R./ha y el producto que presenta menor volumen es el clasificado para aserrío de 3^a calidad ubicado en la categoría de 40 cm con 0.100 m³R./ha (Cuadro 8).

Cuadro 7. Volúmenes (m³R./ha) de la distribución de productos original en el rodal 1.

	CD	T/A1	T/A2	T/A3	T/A4	T/A5	T/CD	T/C	T/MP	VPm ³ R.	VTPm ³ R.	VTm ³ r.t.a.
5								0.443		0.443	0.201	0.644
10								3.847		3.847	1.746	5.593
15							12.139	0.560		12.699	3.168	15.867
20							6.012	1.372	17.152	24.536	4.108	28.644
25						6.984	5.827	3.352	13.216	29.279	3.607	32.886
30			1.983		6.703	2.032	2.466	2.518	7.752	23.454	2.241	25.695
35	0.365	0.998	0.535		0.978	3.306	2.905	1.224		10.311	0.791	11.102
40	0.485	0.963	0.382		1.772	1.734	0.349	1.873		7.556	0.480	8.036
45	0.736				0.261	1.026	0.261	0.508		2.792	0.150	2.942
50	0.886		0.527		1.007	2.282	0.621	1.445		6.768	0.300	7.068
55			0.625		0.823	1.247	0.364	0.990		4.049	0.155	4.204
65			0.957		1.259	1.909	0.558	1.516		6.199	0.233	6.432
70			0.548		0.721	1.094	0.319	0.868		3.550	0.136	3.686
	2.472	1.961	5.557		13.524	21.614	31.821	20.516	38.120	135.483	17.316	152.799

Σ de % = MAMC = 29.53% MACD = 21.39% C = 13.42% MP = 24.93% TP = 11.33%

T/A1=Troz as para aserrío de primera calidad, T/A2=Troz as para aserrío de segunda calidad, T/A3=Troz as para aserrío de tercera calidad, T/A4=Troz as para aserrío de cuarta calidad y T/A5=Troz as para aserrío de quinta calidad de medidas comerciales, T/CD=Troz as para aserrío de cort as dimensiones, T/C=Troz as para celulósicos, T/P=Troz as para morillos y pilotes, VP=Volumen de los productos, VTP=Volumen de tocones y punta y VT=Volumen total. MAMC=Madera aserrada en medidas comerciales, MACD=Madera aserrada en cort as dimensiones, C=Celulósicos, MP= Morillos y pilotes y TP=Tocones y puntas.

Cuadro 8. Volúmenes (m³R./ha) de la distribución de productos original en el rodal 2.

CD	T/A1	T/A2	TA3	T/A4	T/A5	T/CD	T/C	T/MP	VPm ³ R.	VTPm ³ R.	VTm ³ r.t.a.
5							0.592		0.595	0.266	0.861
10							4.955		4.955	2.248	7.203
15						14.963	0.690		15.653	3.905	19.558
20						6.648	1.288	16.113	23.049	3.861	26.910
25					5.379	4.487	2.504	10.178	22.549	2.778	25.326
30			1.129	3.815	1.156	1.404	1.433	4.412	13.349	1.276	14.625
35	0.486	1.328	0.712	1.301	4.400	3.867	1.630		13.724	1.054	14.778
40	0.127	0.252	0.100	0.464	0.454	0.091	0.490		1.977	0.127	2.104
45	1.033			0.366	1.439	0.366	0.713		3.917	0.208	4.125
50	0.215		0.128	0.244	0.555	0.151	0.351		1.590	0.129	1.719
55			0.312	0.411	0.623	0.182	0.495		2.023	0.079	2.102
60			0.375	0.494	0.749	0.219	0.595		2.382	0.143	2.525
70			0.601	0.790	1.198	0.350	0.951		3.890	0.149	4.039
80			0.782	1.028	1.559	0.455	1.238		5.062	0.191	5.253
85			1.737	2.284	3.463	1.012	2.750		11.246	0.424	11.670
105			1.341	1.764	2.674	0.782	2.123		8.684	0.327	9.011
120			1.751	2.303	3.491	1.021	2.778		11.338	0.426	11.764
	1.861	1.580	8.968	15.264	27.140	34.998	25.570	30.703	148.982	17.591	163.573

Σ de % = MAMC = 33.50% MACD = 21.39% C = 15.63% MP = 18.77% TP = 10.75%

T/A1=Troz as para aserrío de primera calidad, T/A2=Troz as para aserrío de segunda calidad, T/A3=Troz as para aserrío de tercera calidad, T/A4=Troz as para aserrío de cuarta calidad y T/A5=Troz as para aserrío de quinta calidad de medidas comerciales, T/CD=Troz as para aserrío de cort as dimensiones, T/C=Troz as para celulósicos, T/P=Troz as para

morillos y pilotes, VP=Volumen de los productos, VTP=Volumen de tocones y punta y VT=Volumen total. MAMC=Madera aserrada en medidas comerciales, MACD=Madera aserrada en cortas dimensiones, C=Celulósicos, MP= Morillos y pilotes y TP=Tocones y puntas.

Volúmenes de distribución de productos de la estructura extraída:

La distribución de productos extraída en el rodal 1, presentó un volumen total de 43.265 m³ r.t.a./ha, de los cuales 24.14% corresponde a madera destinada para aserrío de medidas comerciales, 25.95% para aserrío de cortas dimensiones, 16.47% para trocería destinada a celulosa, 20.13% para morillos y pilotes y, 13.31% corresponde a tocones y puntas. El producto que presentó mayor volumen fue el clasificado para aserrío de cortas dimensiones, ocurriendo en la categorías de 15 cm con 6.561 m³R/ha y el producto que presentó menor volumen por categoría diamétrica fue el clasificado para aserrío de 1ª calidad en la categoría de 35 cm con 0.053 m³R/ha (Cuadro 9).

La distribución de productos extraída en el rodal 2, presentó un volumen total de 94.615 m³r.t.a./ha del que se deriva la siguiente distribución de productos el 39.50% para productos destinados para aserrío de medidas comerciales, 19.39% para productos destinados a aserrío de cortas dimensiones, 18.67% para trocería destinada a celulosa, 12.62% para morillos y pilotes y, 9.82% corresponden a tocones y puntas. El producto que presentó mayor volumen por categoría diamétrica es el clasificado para aserrío de cortas dimensiones en la categoría diamétrica de 15 cm con 8.611 m³R./ha, así mismo en este producto se presenta el menor

volumen en la categoría
de 40 cm con 0.046 m³R./ha (Cuadro 10).

Cuadro 9. Volúmenes (m³R./ha) de la distribución de productos extraída en el rodal 1.

CD	T/A1	T/A2	T/A3	T/A4	T/A5	T/CD	T/C	T/MP	VPm ³ R.	VTPm ³	VTm ³ r.t.a.
5							0.286		0.286	0.130	0.416
10							2.549		2.549	1.156	3.705
15						6.561	0.302		6.893	1.713	8.576
20						1.762	0.402	5.028	7.192	1.206	8.839
25					1.598	1.333	0.744	3.023	6.698	0.826	7.524
30			0.166	0.561	0.170	0.206	0.210	0.649	1.962	0.190	2.152
35	0.053	0.145	0.077	0.142	0.481	0.422	0.178		1.498	0.118	1.616
50	0.431		0.256	0.489	1.110	0.302	0.703		3.291	0.147	3.438
55			0.625	0.823	1.247	0.364	0.990		4.049	0.155	4.204
65			0.481	0.633	0.960	0.280	0.762		3.116	0.120	3.236
	0.484	0.145	1.605	2.648	5.566	11.230	7.126	8.700	37.504	5.761	43.265

Σ de % = MAMC = 24.14% MACD = 25.95% C = 16.47% MP = 20.13% TP = 13.31%

T/A1=Troz as para aserrío de primera calidad, T/A2=Troz as para aserrío de segunda calidad, T/A3=Troz as para aserrío de tercera calidad, T/A4=Troz as para aserrío de cuarta calidad y T/A5=Troz as para aserrío de quinta calidad de medidas comerciales, T/CD=Troz as para aserrío de cort as dimensiones, T/C=Troz as para celulósicos, T/P=Troz as para morillos y pilotes, VP=Volumen de los productos, VTP=Volumen de tocones y punta y VT=Volumen total. MAMC=Madera aserrada en medidas comerciales, MACD=Madera aserrada en cort as dimensiones, C=Celulósicos, MP= Morillos y pilotes y TP=Tocones y puntas.

Cuadro 10. Volúmenes (m³R./ha) de la distribución de productos extraída en el rodal 2.

	CD	T/A1	T/A2	T/A3	T/A4	T/A5	T/CD	T/C	T/MP	VPm ³ R.	TPm ³ R.	VTPm ³ r.t.a.
5								0.348		0.348	0.159	0.507
10								3.647		3.647	1.654	5.301
15							8.611	0.397		9.008	2.248	11.256
20							2.563	0.585	7.313	12.461	1.752	12.213
25						1.513	1.263	0.704	2.864	6.344	0.784	7.128
30				0.450	1.521	0.461	0.559	0.571	1.758	5.320	0.510	5.830
35	0.159	0.435	0.233	0.427	1.443	1.268	0.534			4.499	0.349	4.848
40	0.064	0.128	0.051	0.236	0.231	0.046	0.249			1.005	0.067	1.072
45	1.033				0.366	1.439	0.366	0.713		3.917	0.208	4.125
50	0.215			0.128	0.244	0.555	0.151	0.351		1.644	0.075	1.719
55				0.312	0.411	0.623	0.182	0.495		2.023	0.079	2.102
60				0.375	0.494	0.749	0.219	0.595		2.432	0.093	2.525
70				0.601	0.790	1.198	0.350	0.951		3.890	0.149	4.039
80				0.782	1.028	1.559	0.455	1.238		5.062	0.191	5.253
85				0.881	1.159	1.757	0.514	1.395		5.706	0.216	5.922
105				1.341	1.764	2.674	0.782	2.123		8.684	0.327	9.011
120				1.751	2.303	3.491	1.021	2.772		11.338	0.426	11.764
	1.471	0.563	6.905	10.743	17.693	18.350	17.668	11.935	85.328	9.287	94.615	

Σ de % = MAMC = 39.50% MACD = 19.39% C = 18.67% MP = 12.62% TP = 9.82%

T/A1=Troz as para aserrío de primera calidad, T/A2=Troz as para aserrío de segunda calidad, T/A3=Troz as para aserrío de tercera calidad, T/A4=Troz as para aserrío de cuarta calidad y T/A5=Troz as para aserrío de quinta calidad de medidas comerciales, T/CD=Troz as para aserrío de cort as dimensiones, T/C=Troz as para celulósicos, T/P=Troz as para morillos y pilotes, VP=Volumen de los productos, VTP=Volumen de tocones y punta y VT=Volumen total. MAMC=Madera aserrada en medidas comerciales, MACD=Madera aserrada en cort as dimensiones, C=Celulósicos, MP= Morillos y pilotes y TP=Tocones y puntas.

Volúmenes de distribución de productos de la estructura residual:

La distribución de productos residual en el rodal 1, presentó un volumen total de 109.318 m³r.t.a./ha, de los cuales el 31.52% es para productos destinados para aserrío de medidas comerciales y 18.59% para aserrío de cortas dimensiones, 12.61% para trocería destinada para celulosa, 26.61% para morillos y pilotes y, 10.65% corresponden a tocones y puntas. El producto que mayor volumen presenta por categoría diamétrica es el clasificado para morillos y pilotes con 12.125 m³R./ha en la categoría de 20 cm y el producto que menor volumen presenta se encuentra en la categoría de 5 cm con 0.123 m³R/ha que es el producto destinado para celulosa (Cuadro 11).

La distribución de productos residual en el rodal 2, presentó un volumen total de 66.598 m³r.t.a./ha, del cual el 26.17% corresponde a trocería destinada para aserrío de medidas comerciales y 24.28% para aserrío de cortas dimensiones, 11.61% para trocería destinada a celulosa, 26.07% para morillos y pilotes y, el 11.87% corresponde a tocones y puntas. El producto que presenta el mayor volumen por categoría diamétrica es el clasificado para morillos y pilotes en la categoría de 20 cm con 7.377 m³R./ha, y el producto que presenta el menor volumen es el clasificado para madera

aserrada en cortas dimensiones (secundarios) ubicado en la categoría de 40 cm con 0.044 m³R./ha (Cuadro 12).

Cuadro 11. Volúmenes (m³R./ha) de la distribución de productos residual en el rodal 1.

CD	T/A1	T/A2	T/A3	T/A4	T/A5	T/CD	T/C	T/MP	VPm ³ R.	VTPm ³ R.	VTm ³ r.t.a.
5							0.123		0.123	0.057	0.180
10							1.300		1.300	0.590	1.890
15						5.569	0.256		5.825	1.455	7.280
20						4.250	0.969	12.125	17.344	2.906	20.250
25					5.387	4.494	2.508	10.193	22.582	2.782	25.364
30			1.804	6.097	1.848	2.243	2.290	7.050	21.332	2.038	23.370
35	0.310	0.847	0.454	0.830	2.806	2.465	1.039		8.751	0.742	9.493
40	0.485	0.963	0.382	1.772	1.734	0.349	1.873		7.520	0.516	8.036
45	0.737			0.261	1.026	0.261	0.508		2.792	0.150	2.942
50	0.455		0.270	0.517	1.173	0.319	0.742		3.476	0.156	3.632
65			0.475	0.625	0.948	0.277	0.753		3.078	0.117	3.195
70			0.548	0.721	1.094	0.319	0.868		3.550	0.136	3.686
	1.986	1.810	3.933	10.823	16.016	20.546	13.899	29.368	97.673	11.645	109.318

Σ de % = MAMC = 31.52% MACD = 18.59% C = 12.61% MP = 26.61% TP = 10.65%

T/A1=Troz as para aserrío de primera calidad, T/A2=Troz as para aserrío de segunda calidad, T/A3=Troz as para aserrío de tercera calidad, T/A4=Troz as para aserrío de cuarta calidad y T/A5=Troz as para aserrío de quinta calidad de medidas comerciales, T/CD=Troz as para aserrío de cort as dimensiones, T/C=Troz as para celulósicos, T/P=Troz as para morillos y pilotes, VP=Volumen de los productos, VTP=Volumen de tocones y punta y VT=Volumen total. MAMC=Madera aserrada en medidas comerciales, MACD=Madera aserrada en cort as dimensiones, C=Celulósicos, MP= Morillos y pilotes y TP=Tocones y puntas.

Cuadro 12. Volúmenes ($m^3R./ha$) de la distribución de productos residual en el rodal 2.

CD	T/A1	T/A2	T/A3	T/A4	T/A5	T/CD	T/C	T/MP	VP $m^3R.$	VTP $m^3R.$	VT $m^3r.t.a.$
5							0.231		0.231	0.105	0.336
10							1.300		1.300	0.590	1.890
15						6.373	0.294		6.667	1.663	8.330
20						2.585	0.560	7.377	10.522	1.798	12.320
25					3.871	3.230	1.082	7.325	16.228	2.000	18.228
30			0.678	2.293	0.695	0.843	0.861	2.651	8.021	0.769	8.790
35	0.326	0.892	0.478	0.874	2.955	2.597	1.094		9.216	0.708	9.924
40	0.062	0.123	0.049	0.227	0.222	0.044	0.240		0.967	0.065	1.032
85			0.855	1.125	1.706	0.498	1.354		5.538	0.210	5.748
	0.388	1.015	2.060	4.519	9.449	16.170	7.736	17.353	58.690	7.908	66.598

Σ de % = MAMC = 26.17% MACD = 24.28% C = 11.61% MP = 26.07% TP = 11.87%

T/A1=Troz as para aserrío de primera calidad, T/A2=Troz as para aserrío de segunda calidad, T/A3=Troz as para aserrío de tercera calidad, T/A4=Troz as para aserrío de cuarta calidad y T/A5=Troz as para aserrío de quinta calidad de medidas comerciales, T/CD=Troz as para aserrío de cort as dimensiones, T/C=Troz as para celulósicos, T/P=Troz as para morillos y pilotes, VP=Volumen de los productos, VTP=Volumen de tocones y punta y VT=Volumen total. MAMC=Madera aserrada en medidas comerciales, MACD=Madera aserrada en cort as dimensiones, C=Celulósicos, MP= Morillos y pilotes y TP=Tocones y puntas.

Volúmenes de la distribución de productos en la estructura actual:

La distribución de productos actual en el rodal 1, presenta un volumen total de 160.270 m³r.t.a./ha, de los cuales 40.41% son para material destinado a medidas comerciales, y 17.23% para aserrío de cortas dimensiones, 12.84% para material destinado a celulósicos, 20.50% para material destinado a morillos y pilotes y, 9.11% corresponde a tocones y puntas. La categoría diamétrica que presentó mayor volumen fue la de 25 cm con 13.238 m³R./ha del producto clasificado para morillos y pilotes y la categoría diamétrica que presentó menor volumen fue la de 15 cm con 0.184 m³R./ha del producto clasificado para celulosa (Cuadro 13).

La clasificación de productos actual en el rodal 2, presenta un volumen total de 102.783 m³r.t.a./ha, del cual 34.30% corresponde a aserrío de medidas comerciales, 17.31% para aserrío de cortas dimensiones (secundarios), 13.11% a celulosa, 24.89% para morillos y pilotes y, 10.39% son puntas y tocones. La categoría diamétrica que presento mayor volumen fue la de 20 cm con 9.389 m³R./ha del producto clasificado para morillos y pilotes y el menor volumen ocurrió en la categoría

de 45 cm con 0.113 m³/ha en el producto de aserrío de 4ª calidad y aserrío de cortas dimensiones, ambos con el mismo volumen en la misma categoría (Cuadro 14)

Cuadro 13. Volumen (m³R./ha) de la distribución de productos actual en el rodal 1.

CD	T/A1	T/A2	T/A3	T/A4	T/A5	T/CD	T/C	T/MP	VPm ³ R.	VTPm ³ R.	VTm ³ r.t.a.
10							1.403		1.403	0.637	2.040
15						4.007	0.184		4.191	1.047	5.238
20						2.919	0.666	8.329	11.914	1.996	13.910
25					6.996	5.836	3.257	13.238	29.327	3.613	32.940
30			2.892	9.775	2.963	3.596	3.671	11.304	34.201	3.267	37.468
35	1.054	2.882	1.545	2.824	9.548	8.590	3.536		29.779	2.283	32.062
40	0.733	1.456	0.578	2.678	2.620	0.524	2.831		11.420	0.724	12.144
45	2.454			0.870	3.420	0.870	1.694		9.308	0.492	9.800
50	0.431		0.256	0.490	1.111	0.308	0.703		3.299	0.141	3.440
55			0.610	0.802	1.216	0.355	0.966		3.949	0.151	4.100
65			0.496	0.652	0.989	0.289	0.785		3.211	0.123	3.334
70			0.564	0.742	1.126	0.329	0.894		3.655	0.139	3.794
	4.672	4.338	6.941	18.833	29.989	27.627	20.590	32.871	145.657	14.613	160.270

Σ de % = MAMC = 40.41% MACD = 17.23% C = 12.84% MP = 20.50% TP = 9.11%

T/A1=Troz as para aserrío de primera calidad, T/A2=Troz as para aserrío de segunda calidad, T/A3=Troz as para aserrío de tercera calidad, T/A4=Troz as para aserrío de cuarta calidad y T/A5=Troz as para aserrío de quinta calidad de medidas comerciales, T/CD=Troz as

para aserrio de cortas dimensiones, T/C=Trozas para celulósicos, T/P=Trozas para morillos y pilotes, VP=Volumen de los productos, VTP=Volumen de tocones y punta y VT=Volumen total. MAMC=Madera aserrada en medidas comerciales, MACD=Madera aserrada en cortas dimensiones, C=Celulósicos, MP= Morillos y pilotes y TP=Tocones y puntas.

Cuadro 14. Volumen (m³R./ha) de la distribución de productos actual en el rodal 2.

CD	T/A1	T/A2	T/A3	T/A4	T/A5	T/CD	T/C	T/MP	VPm ³ R.	VTPm ³ R.	VTm ³ r.t.a.
10							2.022		2.022	0.918	2.940
15						4.048	0.186		4.234	1.058	5.292
20						3.291	0.751	9.389	13.431	2.249	15.680
25					4.270	3.562	1.988	8.079	17.889	2.205	20.104
30			2.076	7.018	2.127	2.582	2.636	8.116	24.555	2.343	26.901
35	0.394	1.078	0.578	1.057	3.573	3.140	1.323		11.143	0.857	12.000
40	0.772	1.533	0.608	2.821	2.760	0.556	2.983		12.029	0.763	12.792
45	0.320			0.113	0.447	0.113	0.221		1.214	0.067	1.281
85			0.862	1.134	1.719	0.502	1.365		5.582	0.211	5.793
	1.486	2.611	4.124	12.143	14.896	17.794	13.475	25.584	92.099	10.684	102.783

Σ de % = MAMC = 34.30% MACD = 17.31% C = 13.11% MP = 24.89% TP = 10.39%

T/A1=Troz as para aserrío de primera calidad, T/A2=Troz as para aserrío de segunda calidad, T/A3=Troz as para aserrío de tercera calidad, T/A4=Troz as para aserrío de cuarta calidad y T/A5=Troz as para aserrío de quinta calidad de medidas comerciales, T/CD=Troz as para aserrío de cort as dimensiones, T/C=Troz as para celulósicos, T/P=Troz as para morillos y pilotes, VP=Volumen de los productos, VTP=Volumen de tocones y punta y VT=Volumen total. MAMC=Madera aserrada en medidas comerciales, MACD=Madera aserrada en cort as dimensiones, C=Celulósicos, MP= Morillos y pilotes y TP=Tocones y puntas.

En todas las estructuras de ambos rodales, los mayores volúmenes por categoría diamétrica por hectárea se presentaron en las categorías menores (15 a 25 cm), debido a que estas categorías presentaron mayor densidad/ha.

En ambos rodales en todas las estructuras, el rango del porcentaje de distribución de productos osciló de 33.50% a 40.41% para trocería destinada a aserrío de medidas comerciales, de 17.13% a 25.95% para el producto clasificado para aserrío de cortas dimensiones, de 11.61% a 18.67% para productos clasificados para celulosa, de 12.62% a 26.63% para productos clasificado para morillos y pilotes y de 9.11% a 13.13% correspondieron a tocones y puntas. El mayor porcentaje se encontró en el producto destinado a aserrío de medidas comerciales, debido a que la distribución de productos en su mayoría quedo ubicada dentro de las diferentes calidades dedicada a aserrío de medidas comerciales.

Para algunos usos la calidad de la madera está afectada en forma adversa por la baja densidad (los árboles se tornan frondosos y de madera nudosa; los anillos de crecimiento pueden ser demasiado grandes) de tal manera que debe alcanzarse un balance para las especies, sobre una localidad determinada, a través de un control apropiado de la densidad,

que depende del producto final deseado (Spurr y Barnes, 1982).

Hawley y Smith (1972) mencionan que para evitar la formación de ramas epicórmicas, para producir árboles de buena calidad, el mejor método consiste en la aplicación de aclareos pronto y frecuentes de severidad razonable según la especie.

4.5 Análisis financiero

4.5.1 Valor, costo y beneficio de los productos en las estructuras original, extraída, residual y actual en el rodal 1

En la estructura original, el volumen total de los productos fue de 135.566 m³r/ha, de los cuales 41.128 m³r/ha corresponden a madera aserrable de medidas comerciales, 31.825 m³r/ha a madera aserrable de cortas dimensiones, 20.510 m³r/ha a celulósicos y 38.128 m³r/ha para morillos y pilotes. El valor unitario promedio calculado de los productos es de \$ 366.20/m³rLAB (libre a bordo de brecha), el valor total calculado del ingreso bruto es de \$ 49,644.2/ha, el valor total del costo de los cuatro productos se calculó en \$ 13,558.9/ha y el valor total del beneficio neto es de \$ 36,085.3/ha.

En la estructura extraída, el volumen total de los productos es de 37.504 m³r/ha, de los cuales 10.448 m³r/ha corresponden a madera para aserrío en medidas comerciales,

11.230 m³r/ha a madera para aserrío de cortas dimensiones, 7.126 m³r/ha para celulósicos y 8.700 m³r/ha para morillos y pilotes. El valor unitario promedio de los productos es de \$ 335.19/m³rLAB, el valor total del ingreso bruto es de \$ 12,571.3/ha, el valor total del costo de los cuatro productos es de \$ 3,750.40/ha y el valor total del beneficio neto fue de \$ 8,820.9/ha.

En la estructura residual, el volumen total de los productos fue de 98.353 m³r/ha, de los cuales 34.568 m³r/ha corresponden a madera para aserrío de medidas comerciales, 20.546 m³r/ha a madera para aserrío de cortas dimensiones, 13.899 m³r/ha a celulósicos y 29.340 m³r/ha a morillos y pilotes. En esta estructura el valor unitario promedio de los productos es de \$ 376.43/m³rLAB, el valor total del ingreso bruto es de \$ 37,023.96/ha, el valor total del costo de los cuatro productos es de \$ 9,835.30 y el valor total del beneficio neto es de \$ 27,188.66/ha.

En la estructura actual, el volumen total de los productos es de 145.861 m³r/ha, de los cuales 64.744 m³r/ha corresponden a madera para aserrío de medidas comerciales, 27.627 m³r/ha a madera para aserrío de cortas dimensiones, 20.590 m³r/ha a celulósicos y 32.871 m³r/ha a morillos y pilotes. Teniendo dichos productos un valor unitario promedio de \$ 348.97/m³rLAB, un valor total del ingreso bruto de \$ 50,901.88/ha, un valor total del costo de los cuatro productos de \$ 14,587.00/ha y un valor total del beneficio neto de \$

36313.98/ha.

En este rodal en todas las estructuras el valor del beneficio neto para el producto destinado a celulosa es igual a cero, debido a que el valor del ingreso bruto es igual al valor del costo total (Cuadro 15).

Cuadro 15. Valor unitario, del ingreso bruto, del costo total y del beneficio neto, de los productos forestales, en las diferentes estructuras en el rodal 1, de *Pinus rudis*.

15-1 Estructura original rodal 1

Producto	Volumen m ³ r/ha	Valor unitario del producto (\$) / (m ³ r LAB)	Valor del ingreso bruto (\$) /ha	Valor del costo total (\$) /ha	Valor del beneficio neto (\$) /ha
Madera aserrada M/C	45.128	300.00	13538.40	4512.80	9025.60
Madera aserrada C/D	31.825	240.00	7638.00	3182.50	4454.54
Celulosa	20.510	100.00	2051.00	2051.6	0
Morillos y pilotes	38.120	693.00	26417.16	3812.00	22605.16
TOTAL	135.566	366.20*	49644.20	13558.9	36085.3

15-2 Estructura extraída rodal 1

Producto	Volumen m ³ r/ha	Volumen unitario del producto (\$) / (m ³ r LAB)	Valor del ingreso bruto (\$) /ha	Valor del costo total (\$) /ha	Valor del beneficio neto (\$) /ha
Madera aserrada M/C	10.448	300.00	3134.40	1044.80	3089.60
Madera aserrada C/D	11.230	240.00	2695.20	1123.00	1572.20
Celulosa	7.126	100.00	712.60	712.60	0
Morillos y pilotes	8.700	693.00	6029.10	870.00	5159.10
TOTAL	37.504	335.19*	12571.30	3750.40	8820.90

15-3 Estructura residual rodal 1

Producto	Volumen m ³ r/ha	Valor unitario del producto (\$) / (m ³ r LAB)	Valor del ingreso bruto (\$) /ha	Valor del costo total (\$) /ha	Valor del beneficio neto (\$) /ha
Madera aserrada M/C	34.568	300.00	10370.40	3456.80	6913.60
Madera aserrada C/D	20.546	240.00	4931.04	2054.60	2876.44
Celulosa	13.899	100.00	1389.90	1389.90	0
Morillos y pilotes	29.340	693.00	20332.62	2934.00	17398.62
TOTAL	98.353	376.43*	37023.96	9835.30	27188.66

15-4 Estructura actual rodal 1

Producto	Volumen m ³ r/ha	Valor unitario del producto (\$) / (m ³ r LAB)	Valor del ingreso bruto (\$) /ha	Valor del costo total (\$) /ha	Valor del beneficio neto (\$) /ha
Madera aserrada M/C	64.774	300.00	1931.90	6477.30	12953.70
Madera aserrada C/D	27.627	240.00	6630.48	2762.70	3867.79
Celulosa	20.590	100.00	2059.90	2059.90	0
Morillos y pilotes	32.871	693.00	27779.60	3287.10	19492.50
TOTAL	145.861	348.97*	50901.88	14587.00	36313.98

* = Valor unitario total ponderado

4.5.2 Valor, costo y beneficio de los productos en las estructuras original, extraída, residual y actual en el rodal 2

En la estructura original, el volumen total de los productos fue de 146.084 m³r/ha, de los cuales 54.813 m³r/ha corresponden a madera para aserrío de medidas comerciales, 34.998 m³r/ha a madera para aserrío de cortas dimensiones,

25.570 m³r/ha a celulósicos y 30.703 m³r/ha a morillos y pilotes. El valor unitario promedio de los productos es de \$ 333.21/m³rLAB, el valor total del ingreso bruto es de \$ 48,677.59/ha, el valor total del costo de los cuatro productos es de \$ 14,608.40/ha y el valor total del beneficio neto es de \$ 34,069.19/ha.

En la estructura extraída, el volumen total de los productos es de 85.328 m³r/ha, de los cuales 37.375 m³r/ha corresponden a madera para aserrío de medidas comerciales, 18.350 m³r/ha corresponden a madera aserrable de cortas dimensiones, 17.668 m³r/ha a celulósicos y 11.935 m³r/ha a morillos y pilotes. El valor unitario promedio de los productos es de \$ 300.65/m³rLAB, el valor total del ingreso bruto es de \$ 25,654.25/ha, el valor total del costo de los cuatro productos es de \$ 8,532.80/ha y el valor total del beneficio neto de \$ 17,121.45/ha.

En la estructura residual, el volumen total de los cuatro productos fue de 58.560 m³r/ha, de los cuales 17.431 m³r/ha corresponden a madera de aserrío en medidas comerciales, 16.170 m³r/ha a madera para aserrío de cortas dimensiones, 7.736 m³r/ha a celulósicos y 17.353 m³r/ha a morillos y pilotes. El valor unitario promedio de los productos es de \$ 374.13/m³rLAB; el valor total del ingreso bruto fue de \$ 21,909.32/ha, el valor total del costo de los cuatro productos fue de \$ 5,869.00/ha y el valor total del beneficio neto de \$ 16,040.32/ha.

En la estructura actual, se presentó un volumen total de 89.113 m³r/ha, de los cuales 32.260 m³r/ha corresponden a madera aserrable de medidas comerciales, 17.794 m³r/ha a madera para aserrío de cortas dimensiones, 13.475m³r/ha a celulósicos y 25.584 m³r/ha a morillos y pilotes. Teniendo dichos productos un valor unitario promedio total de \$ 370.60/m³rLAB; un valor total del ingreso bruto de \$ 33025.77/ha, un valor total del costo de los cuatro productos de \$ 8,911.30/ha y un valor total del beneficio neto por hectárea de \$ 24,114.47

En este rodal en todas las estructuras el valor del beneficio neto para el producto destinado a celulosa es igual a cero, por la misma causa mencionada en el rodal 1 (Cuadro 16).

Cuadro 16. Valor unitario, del ingreso bruto, del costo total y del beneficio neto, de los productos forestales, en las diferentes estructuras en el rodal 2.

16-1 Estructura original rodal 2

Producto	Volumen m ³ r/ha	Valor unitario del producto \$/ (m ³ r LAB)	Valor del ingreso bruto (\$)/ha	Valor del costo total(\$)/ha	Valor del beneficio neto (\$)/ha
Madera aserrada M/C	54.813	300.00	16443.90	5481.30	10962.60

Madera aserrada C/D	34.998	240.00	8399.52	3499.80	4899.72
Celulósicos	25.570	100.00	2557.00	2557.00	0
Morillos y pilotes	30.703	693.00	21277.17	3070.30	18206.87
TOTAL	146.084	333.21*	48677.59	14608.40	34069.19

16-2 Estructura extraída rodal 2

Producto	Volumen m³r/ha	Volumen unitario del producto (\$)/(m³r LAB)	Valor del ingreso bruto (\$)/ha	Valor del costo total (\$)/ha	Valor del beneficio neto (\$)/ha
Madera aserrada M/C	37.375	300.00	11212.50	3737.50	7475.00
Madera aserrada C/D	18.350	240.00	4404.00	1835.00	2569.00
Celulósicos	17.668	100.00	1766.80	1766.80	0
Morillos y pilotes	11.935	693.00	8270.95	1193.50	7077.45
TOTAL	85.328	300.65*	25654.25	8532.80	17121.45

16-3 Estructura residual rodal 2

Producto	Volumen m³r/ha	Valor unitario del producto (\$) /(m³r LAB)	Valor del ingreso bruto (\$)/ha	Valor del costo total (\$)/ha	Valor del beneficio neto (\$)/ha
Madera aserrada M/C	17.431	300.00	5229.30	1743.10	3486.20
Madera aserrada C/D	16.170	240.00	3880.80	1617.00	2263.80
Celulósicos	7.736	100.00	773.60	773.60	0
Morillos y pilotes	17.353	693.00	12025.62	1735.30	10290.32
TOTAL	58.560	374.13*	21909.32	5869.00	16040.32

16-4 Estructura actual rodal 2

Producto	Volumen m³r/ha	Valor unitario del producto (\$) /(m³r LAB)	Valor del ingreso bruto (\$)/ha	Valor del costo total (\$)/ha	Valor del beneficio neto (\$)/ha
Madera aserrada M/C	32.260	300.00	9678.00	3226.00	6452.00

Madera aserrada C/D	17.794	240.00	4270.56	1779.40	2491.16
Celulósicos	13.475	100.00	1347.50	1347.50	0
Morillos y pilotes	25.584	693.00	17729.71	2558.40	15171.31
TOTAL	89.113	370.60*	33025.77	8911.30	24114.47

4.5.3 Comparación financiera de los dos rodales después de 12 años de haberse efectuado el aclareo.

Los resultados de la comparación financiera, se llevó a cabo utilizando el Valor del Beneficio Neto Total (VBNT), de las estructuras original, extraída y actual de ambos rodales, obteniendo los resultados siguientes:

	RODAL 1	RODAL 2
VBNT antes (original)	\$ 36,085.3	\$ 34,069.19
VBNT madera	\$ 8,820.9	\$ 17,121.45
VBNT actual	\$ 36,313.9	\$ 24,114.47

Aplicando la fórmula del interés compuesto en VBNT de la madera (estructura extraída), con una tasa de interés real de 5% anual y un período de 12 años, y después sumando el resultado del interés compuesto al VBNT actual, para después obtener el porcentaje de ganancia de cada rodal después del aclareo, se obtiene:

$$IC = 8820.9 (1 + 0.05)^{12} = \$ 15,841.06 \text{ en el rodal 1}$$

$$IC = 17121.45 (1 + 0.05)^{12} = \$ 30,747.66 \text{ en el rodal 2}$$

$$36313.98 + 15841 = \$ 52155.04$$

$$24114.47 + 30747.66 = \$ 54862.13$$

$$\$ 36085.3 \text{ ----- } 100\%$$

$$\$ 34069.19 \text{ ----- } 100\%$$

$$\$ 52155.0 \text{ ----- } x = 144.53\%$$

$$\$ 54862.13 \text{ ----- } x = 161.03\%$$

Por lo tanto el porcentaje de ganancia en ambos rodales fue la siguiente:

En el rodal 1 de 44.53% y 61.03% en el rodal 2

La comparación financiera en ambos rodales, considera al VBNT de la estructura original como el 100%, y al VBNT de la estructura extraída (madera extraída), como el capital que se obtuvo como producto de la venta de la madera, dicho capital se proyecta a través del tiempo (12 años) a una tasa de interés real del 5% anual, la cual genera después de 12 años \$ 15,841.06 para el rodal 1 y \$ 30,747.66 para el rodal 2, y al VBNT de la estructura actual para ambos rodales se le considera a dicho valor, como el valor actual del incremento en volumen de la estructura residual a la actual. Dicho valor es de \$ 36,313.98 en el rodal 1 y \$ 24,114.47 en el rodal 2. Lo cual indica que después de 12 años, el capital producto de

la venta de madera de la estructura extraída en el rodal 2 fue mayor, ya que se extrajo en este rodal más madera que en el rodal 1. Sin embargo, el valor del volumen del incremento del rodal 1 en la condición actual fue mayor ya que se dejó mayor volumen residual que en el rodal 2 que fue menor en la condición actual, debido a que se dejó menor volumen residual. Por lo tanto, la mayor ganancia después de 12 años fue en el rodal 2 con 61.03% y en el rodal 1 de 44.53% existiendo una diferencia porcentual entre ambos rodales de 16.5%.

Sin embargo, es de hacer notar que de acuerdo a la estructura del rodal 2, en este momento no se generarían ganancias por venta de madera, ya que se tendría que esperar aproximadamente el doble de los años transcurridos desde la intervención a la actualidad para volver a cortar, mientras que en el rodal 1, se puede realizar una corta ligera similar a la anterior con lo que se generarían ganancias ligeramente mayores al 44%, mientras que en el rodal 2 la ganancia sería igual a cero, por lo que se puede señalar que la corta en el rodal 2 fue deplorable desde el punto de vista financiero y también silvícola.

Lo anterior nos da una visión de las ganancias o utilidades que nos puede generar un bosque después de haberse aprovechado, pero también se deben considerar aspectos intangibles del bosque como es el de protección del suelo, infiltración del agua, refugio de fauna silvestre, recreación, belleza escénica, etc., las cuales son otras de las funciones

que realiza el bosque y no solamente como productor de madera. Por lo tanto, al realizar diferentes aprovechamientos en el bosque se deben tomar en cuenta todos estos factores de manera conjunta o integral para lograr un desarrollo sustentable de los ecosistemas forestales.

V CONCLUSIONES

La mayor densidad por hectárea en todas las estructuras, se distribuyeron en las categorías menores de 10 a 20 cm, a excepción de la categoría de 25 cm en el rodal 1 en la estructura actual que presenta mayor densidad.

El área basal ocupa mayor cantidad de m^2/ha de las categorías de 20 a 30 cm en todas las estructuras de ambos rodales.

Las categorías que presentaron mayor volumen por hectárea fueron las categorías menores de 15 a 30 cm.

La distribución de las edades, tiene la tendencia de ser proporcional al diámetro, es decir a mayor edad mayor diámetro.

Al realizar la comparación de la estructura original con la actual se concluye que:

En la densidad existente en el rodal 1, el número de árboles por hectárea en las categorías diamétricas de 25, 30, 35, 40 y 45 cm en la condición actual es superior a la original, y la densidad en el rodal 2, en las categorías de 30

y 40 cm es superior en la condición actual con respecto a la original.

El área basal en el rodal 1 y 2, presentó un incremento desde la intervención hasta la condición actual de 5.97 m²/ha y 4.41 m²/ha, respectivamente.

En el rodal 1, el volumen extraído a la estructura original se ha recuperado, ya que existe un excedente de 7.471 m³/ha en la condición actual respecto a la original. Y en el rodal 2, el incremento volumétrico desde la intervención a la condición actual ha sido de 36.185 m³/ha y para recuperar totalmente el volumen original en la condición actual se requiere de 60.790 m³/

Al realizar la prueba de comparación de medias de Tukey, para el ICA en diámetro sin corteza en ambos rodales existieron diferencias antes y después del aclareo, y en el ICA en diámetro con corteza no existieron diferencias antes y después del aclareo.

También al realizar la prueba de comparación de medias de Tukey, para el área basal y volumen se concluye que no existieron diferencias estadísticas antes y después del aclareo al comparar el rodal 1 y 2. Sin embargo, al realizar la mencionada prueba dentro de cada rodal antes y después si se presentaron diferencias estadísticas para estas variables.

En el rodal 1, se aplicó una intensidad de corta de 28%, y en el rodal 2, se aplicó una intensidad de corta de 58%.

En la distribución de productos en todas las estructuras de ambos rodales, los mayores volúmenes se encontraron en las categorías menores de 15 a 25 cm, y los menores volúmenes se encontraron en las categorías de 35, 40, 45 y 50 cm.

En los dos rodales, existe muy poco volumen para aserrío de primera calidad.

En la distribución de productos en ambos rodales, no se encontró material utilizable de calidad para triplay.

En el aspecto financiero al comparar el rodal 1 contra el 2 después de la intervención, el rodal 2, presentó una ganancia de 61.03% y el rodal 1 de 44.53%.

En el rodal 1, actualmente se puede realizar una corta ligera, similar a la anterior, con las que se generarían ganancias ligeramente mayores al 44%, en tanto que en el rodal 2 la ganancia actual sería igual a cero.

VI RECOMENDACIONES

En el rodal 1, se puede realizar un segundo aclareo.

El rodal 2, para poderlo intervenir nuevamente, se deberá realizar después de un tiempo considerable (un período de tiempo igual o mayor al transcurrido).

Al realizar los aclareos se tome en cuenta la intensidad de corta a aplicar, ya que esta tiene importancia en la recuperación de los bosque intervenidos por aclareos después de un período relativamente corto.

Aplicar una intensidad de corta baja entre el 25 y 30% en aclareos a realizarse en bosques similares a los rodales evaluados.

Los modelos generados en el presente trabajo se recomienda utilizarlos en trabajos posteriores, para bosques similares a los rodales evaluados.

Tomar en cuenta la distribución de productos en las

áreas intervenidas, para que la comercialización de los diferentes productos que se extraen del bosque, se realice de acuerdo a su calidad y tipo de producto en beneficio de los dueños o poseedores del bosque.

Dar importancia al aspecto financiero, en la actividad forestal, así como a los elementos técnicos en la determinación de la rentabilidad, dentro de los aprovechamientos forestales.

VII RESUMEN

El presente trabajo se realizó, con el objetivo de evaluar la situación silvícola y financiera de dos rodales de *Pinus rudis*, después de haber sido sometidos a diferentes intensidades de aclareo, en una área conjunta de 20 ha, de las cuales 14 ha corresponden al rodal 1 con una intensidad de corta del 28%, y 6 ha al rodal 2 con una intensidad de corta del 58%. Para la evaluación de los rodales se utilizó un tipo de muestreo sistemático utilizando sitios circulares de 1000 m² c/u, con una intensidad de muestreo en el rodal 1 de 7% y en el rodal 2 de 16%, siendo el número de sitios muestreados de 10 sitios por cada rodal. Se estimaron en ambos rodales las características dasométricas siguientes: densidad, área basal, volumen y edad. También se realizó una distribución de

productos y una comparación financiera en dichos rodales, en las estructuras original, extraída, residual y actual, así también se estimó el crecimiento de las variables diámetro normal sin y con corteza, área basal y volumen antes y después del aclareo en ambos rodales. Obteniendo los siguientes resultados en el rodal 1, se encontró una densidad/ha superior en la condición actual respecto a la original en las categorías diamétricas de 25, 30, 35, 40 y 45 cm, y en el rodal 2 la densidad actual en las categorías de 30 y 40 cm es superior a la densidad original. El área basal en el rodal 1, prácticamente se recuperó después del período de intervención ya que en la estructura actual se tuvo un incremento de 5.97

101

m²/ha. En el rodal 2, el área basal presenta un incremento después del período de intervención en la estructura actual de 4.41 m²/ha. El volumen en el rodal 1, presenta un incremento después de la intervención de 50.952 m³/ha. El rodal 2, presenta un incremento volumétrico de 36.185 m³/ha. La edad en todas las estructuras es proporcional al diámetro, es decir, que a mayor edad mayor diámetro.

La distribución de productos en todas las estructuras en ambos rodales, presentaron material utilizable para aserrío de medidas comerciales y cortas dimensiones, celulósicos y

morillos y pilotes. Sin embargo, no se encontró trocería destinada para la industria del triplay.

La comparación financiera en ambos rodales, después de 12 años de haberse efectuado el aclareo, la mayor ganancia se obtuvo en el rodal 2 con 61.03% y en el rodal 1 fue de 44.53%.

VIII LITERATURA CITADA

- Alonso G., L. 1996. Guía de densidad para *Pinus rudis* Endl. en Arteaga, Coah. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 66p.
- Alvarez O., P.A. y J.C. Varona T. 1988. Silvicultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. 353p
- Anaya H. 1986. Aprovechamiento forestal; análisis de apeo y transporte. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 246p.
- Anderson, A.D. y Smith A.W. 1970. Forests and forestry. The Interstate Printers and Publishers, Inc. Danville, Illinois. U.S.A. 357p.

- Becerra M., J. 1977. Calidad de trocería para uso de la industria de la celulosa y el papel. *Ciencia Forestal*. 12(9):64.
- Binkley, D. 1993. Nutrición forestal, prácticas de manejo. Editorial Limusa. México. 340p.
- Cano C., J. 1988. El sistema de manejo regular en los bosques de México. *Fundamentos de Silvicultura y su aplicación práctica*. UACH. Chapingo. México. 266p.
- CETENAL. 1976. Carta Geológica. San Antonio de las Alazanas. G14C35. Coahuila. Escala 1:50,000.
- CETENAL. 1977a. Carta edafológica. San Antonio de las Alazanas. G14C35. Coahuila. Escala 1:50,000.
- CETENAL. 1977b. Carta topográfica. San Antonio de las Alazanas. G14C35. Coahuila. Escala 1:50,000.
- Daniel, T.W., J.A. Helmes y F.S. Baker. 1982. *Principios de Silvicultura*. McGraw-Hill. México. 490p.
- DETENAL. 1979. Carta de uso del suelo. San Antonio de las Alazanas. G14C35. Coahuila. Escala 1:50,000.
- Fischer, M. 1993. El tratamiento silvícola. Facultad de Ciencias Forestales. UANL. Linares, N.L. México. 89p.
- Flores A., E. y M.A. Mendoza B. 1991. Un experimento de aclareo en *Pinus patula* Schl. et Cham. *Revista Chapingo*. XV(75):98
- Fors R., A.J. 1947. *Manual de Selvicultura*. Ministerio de Agricultura. La Habana. Cuba. 323p.
- Franco A., R. C. 1997. Tabla de producción para *Pinus rudis* Endl. en Arteaga, Coahuila. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 103p.
- Hawley, R.C. y D.M. Smith. 1972. *Silvicultura práctica*. Omega. Barcelona. España. 544p.
- Hernández M., J. 1994. Estructura y crecimiento de un bosque de *Pinus* después de un aclareo en Arteaga, Coah. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 110p.
- Hocker Jr., H.W. 1984. *Introducción a la biología forestal*. AGT Editor, S.A. México. 446p.

- INIF. 1980. Notas del curso de clasificación de trocería, (Departamento de Capacitación Obrero-Campesina). México, D.F. 52p.
- Klepac, D. 1976. Crecimiento e incremento en árboles y masas forestales. UACH. Chapingo. México. 365p.
- Krebs J., Ch. 1985. Ecología, Estudio de la distribución y la abundancia. Harla, Harper & Row Latinoamérica. México. 753p
- Mendoza B., M.A. 1983. Conceptos básicos de manejo forestal, Colección Cuadernos Universitarios. UACH. Chapingo. México. 118p.
- Mendoza H., J.M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Agrometereología UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 616p.
- Michail, P., P. Roland, F. Cox y P. Real. 1997. Mensura Forestal. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GT2) GmbH. Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 561p.
- Murillo O., O. 1985. La economía en la Silvicultura. SARH-Reunión Nacional Sobre Economía Forestal. Publicación Especial No. 47. México. 232-233pp.
- Odum, P. E. 1980. Ecología el vínculo entre las ciencias naturales y sociales. Compañía Editorial Continental, S.A. México. 295p.
- Pando O., M., P. Juárez T., y M. Alarcón B. 1989. Costos de producción de madera aserrada. Ciencia Forestal 14(65):79.
- Randall, A. 1985. Economía de los recursos naturales y política ambiental. Editorial Limusa. México. 474p.
- Rivero B., P. 1984. Determinación de longitudes de turnos (criterios financieros). Ciencia Forestal. 9(47):21-35.
- Romahn de la V., C. F., H. Ramírez M., y J. L. Treviño G., 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo. México. 354p.
- Samuelson, P.A. 1975. Curso de economía moderna. Aguilar S.A. de Ediciones. Madrid. España. 1004p.

- Samuelson, P.A. y D.W. Nordhaws. 1992. Economía. McGraw-Hill Interamericana. México. 1193p.
- Sánchez A., F. 1985. Impacto ambiental de la actividad forestal. SARH. Reunión Nacional Sobre Economía Forestal. Publicación Especial (47):383-384.
- SARH. 1979. Instructivo de campo para medición y remediación en inventarios forestales continuos. Información Técnica de Inventario Forestal. 1 (2):46-48.
- SARH-INIF. 1980. Apuntes del curso de abastecimiento forestal. Centro de Formación Forestal No. 1. Cd. Guzmán, Jalisco. México. 142p.
- Secretaría de Gobernación. 1988. Los municipios de Coahuila. Colección: Enciclopedia de los municipios de México. Talleres Gráficos de la Nación. México. 209p.
- SEP. 1988. Producción forestal. Editorial Trillas. México. 134p.
- SFM.1968. La unidad de explotación forestal de Atenquique, Jal. México. Bosques 4(3):19.
- Smith, D. M. 1962. The practice of silviculture. Seventh edition. John Wiley & Sons. Inc. USA. 578p.
- Smith, D. M.; J. M. Larson, J. M. Kelty y M. P. Aston S, 1997. The practice of silviculture: applied forest ecology. Ninth Edition. Jhon Wiley & Sons, Inc. USA. 537p.
- Spencer, H.M. 1974. Contemporary economics. Worth Publishers, Inc. New York. U.S.A. 670p.
- SPP. 1983. Síntesis geográfica de Coahuila. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. 163p.
- Spurr H.,S y V. Barnes. 1982. Ecología forestal. AGT Editor, S.A. México. 640p.
- Sutton, B. D. y P. N. Harmon. 1983. Fundamentos de ecología. Editorial Limusa. México. 243p.
- Torres E., L. M. y P. A. Cano. 1993 Tabla de volumen para *Pinus rudis* Endl. en la Sierra de Arteaga,

- Coahuila. Centro de Investigación Regional del
Noreste, Campo experimental "Sierra de Arteaga"
S.A.R.H. INIFAP. Folleto Técnico. Arteaga,
Coah., México. 14p.
- Weston, J. F y E. F. Brigham. 1987. Fundamentos de
administración financiera. Séptima edición. Nueva
Editorial Interamericana, S.A. de C.V. México.
813p.
- Yoda, K., T. Kira, H. Ogama, y K. Hozumi. 1963. Self-
Tinning in overcrowded pure stands under
cultivated and natural conditions. J. Ist.
Polytech., Osaka. Japan. Unive., Ser.D. 14:107-
129.

APENDICE 1

Tabla de coeficientes por categoría diamétrica para el cálculo del volumen de la distribución de productos según su calidad de las diferentes estructuras.

CD	PAV	T/A1	T/A2	T/A3	T/A4	T/A5	T/CD	T/C	T/MP
5	0.688							0.688	
10	0.688							0.688	
15	0.8004						0.7651	0.0353	
20	0.8566						0.2099	0.0479	0.5988
25	0.8904					0.2124	0.1772	0.0989	0.4019
30	0.9129			0.0772	0.2609	0.0791	0.0960	0.0980	0.3017
35	0.9289	0.0329	0.0899	0.0482	0.0881	0.2978	0.2617	0.1103	
40	0.9410	0.0604	0.1199	0.0476	0.2206	0.2158	0.0435	0.2332	
45	0.95	0.2505			0.0888	0.3490	0.0888	0.1729	
50	0.9579	0.1254		0.0746	0.1425	0.3230	0.0879	0.2045	
55	0.964			0.1489	0.1958	0.2968	0.0868	0.2357	

PAV= Porcentaje actual de volumen, T/A1= Trozas para aserrío de primera calidad, T/A2= Trozas para aserrío de segunda calidad, T/A3= Trozas para aserrío de tercera calidad, T/A4= Trozas para aserrío de cuarta calidad, T/A5= Trozas para aserrío de

quinta calidad, T/CD= Trozas para aserrío de cortas dimensiones, T/C= Trozas para celulósicos, T/MP= Trozas para morillos y pilotes.

APENDICE 2

Cuadro de comparación de medias del incremento corriente anual/ha en diámetro normal sin corteza mediante la t-student, antes y después del aclareo.

A N T E S				D E S P U E S		
CD	$\bar{X}_1ICA$	$\bar{X}_2ICA$	Pr>T	$\bar{X}_1ICA$	$\bar{X}_2ICA$	Pr>T
10	0.2217	0.2940	ns	0.2302	0.3065	*
15	0.2135	0.2467	ns	0.2690	0.2660	ns
20	0.2382	0.2942	ns	0.2497	0.3032	*
25	0.2067	0.2267	ns	0.2542	0.2937	**
30	0.3375	0.2497	**	0.3615	0.2935	*
35	0.2327	0.2955	ns	0.2697	0.3412	ns
40	0.2912	0.3132	ns	0.3787	0.3415	ns
45	0.1665	0.2497	ns	0.2165	0.2330	ns

$\bar{X}_1ICA$ = Promedio del ICA en el rodal 1, $\bar{X}_2ICA$ =Promedio del ICA en el rodal 2, Pr>T= Probabilidad > T, ns= no significativo Significativo *, Altamente significativo **

Cuadro de comparación de medias del incremento corriente anual/ha en diámetro normal con corteza mediante la t-student, antes y después del aclareo.

A N T E S				D E S P U E S		
CD	$\bar{X}_1ICA$	$\bar{X}_2ICA$	Pr>T	$\bar{X}_1ICA$	$\bar{X}_2ICA$	Pr>T
10	0.4227	0.6120	ns	0.3167	0.4327	ns
15	0.2977	0.3425	ns	0.3385	0.3342	ns
20	0.2855	0.3605	ns	0.2895	0.3552	*
25	0.2405	0.2627	ns	0.2892	0.3325	**
30	0.3867	0.2837	**	0.4025	0.3272	*
35	0.2587	0.3280	ns	0.2960	0.3732	ns

40	0.3200	0.3430	ns	0.4110	0.3695	ns
45	0.1795	0.2692	ns	0.2325	0.2497	ns

Cuadro de comparación de medias del ICA/ha en área basal mediante la t-student, antes y después del aclareo.

A N T E S				D E S P U E S		
CD	$\bar{X}_1ICA$	$\bar{X}_2ICA$	Pr>T	$\bar{X}_1ICA$	$\bar{X}_2ICA$	Pr>T
10	0.0001	0.0001	ns	0.0002	0.0003	*
15	0.0002	0.0002	ns	0.0004	0.0004	ns
20	0.0005	0.0005	ns	0.0006	0.0007	ns
25	0.0005	0.0006	ns	0.0007	0.0009	**
30	0.0010	0.0007	**	0.0013	0.0010	**
35	0.0008	0.0011	ns	0.0011	0.0015	*
40	0.0012	0.0014	ns	0.0019	0.0017	ns
45	0.0008	0.0013	ns	0.0012	0.0013	ns

Cuadro de comparación de medias del ICA/ha en volumen mediante la t-student, antes y después del aclareo.

A N T E S				D E S P U E S		
CD	$\bar{X}_1ICA$	$\bar{X}_2ICA$	Pr>T	$\bar{X}_1ICA$	$\bar{X}_2ICA$	Pr>t
10	0.0010	0.0011	ns	0.0023	0.0026	ns
15	0.0023	0.0027	ns	0.0046	0.0046	ns
20	0.0056	0.0058	ns	0.0075	0.0085	ns
25	0.0061	0.0068	ns	0.0090	0.0010	**
30	0.0122	0.0090	**	0.0139	0.0184	**
35	0.0106	0.0133	ns	0.0230	0.0213	*
40	0.0153	0.0169	ns	0.0230	0.0213	ns
45	0.0107	0.0164	ns	0.0149	0.0166	ns

Cuadro de comparación de medias del ICA/ha en diámetro normal sin corteza mediante la t-student antes y después del aclareo en el rodal 1 y 2.

RODAL 1				RODAL 2		
CD	$\bar{X}_aICA$	$\bar{X}_dICA$	Pr>T	$\bar{X}_aICA$	$\bar{X}_dICA$	Pr>T
10	0.2217	0.2302	ns	0.2940	0.3065	ns
15	0.2135	0.2690	ns	0.2467	0.2660	ns
20	0.2382	0.2497	ns	0.2942	0.3032	ns
25	0.2067	0.2542	*	0.2267	0.2937	**
30	0.3375	0.3615	ns	0.2497	0.2935	*
35	0.2327	0.2697	ns	0.2955	0.3412	ns
40	0.2912	0.3787	**	0.3132	0.3415	ns
45	0.1665	0.2165	ns	0.2497	0.2330	ns

$\bar{X}_aICA$ = Promedio del ICA antes del
aclareo,
 $\bar{X}_dICA$ =
Promedio
del ICA
después del
aclareo.

Cuadro de comparación de medias del ICA/ha en diámetro normal con corteza mediante la t-student antes y después del aclareo en el rodal 1 y 2.

RODAL 1				RODAL 2		
CD	$\bar{X}_aICA$	$\bar{X}_dICA$	Pr>T	$\bar{X}_aICA$	$\bar{X}_dICA$	Pr>T

10	0.4227	0.3167	ns	0.6120	0.4327	ns
15	0.2977	0.3385	ns	0.3425	0.3342	ns
20	0.2855	0.2895	ns	0.3605	0.3552	ns
25	0.2405	0.2892	*	0.2627	0.3325	**
30	0.3867	0.4025	ns	0.2837	0.3272	ns
35	0.2587	0.2960	ns	0.3280	0.3732	ns
40	0.3200	0.4110	**	0.3430	0.3695	ns
45	0.1795	0.2325	ns	0.2692	0.2497	ns

Cuadro de comparación de medias del ICA/ha en área basal mediante la t-student antes y después del aclareo en el rodal 1 y 2.

RODAL 1				RODAL 2		
CD	$\bar{X}_aICA$	$\bar{X}_dICA$	Pr>T	$\bar{X}_aICA$	$\bar{X}_dICA$	Pr>T
10	0.0001	0.0002	**	0.0001	0.0003	**
15	0.0002	0.0004	**	0.0002	0.0004	**
20	0.0005	0.0006	*	0.0005	0.0007	*
25	0.0005	0.0007	**	0.0006	0.0009	**
30	0.0010	0.0013	**	0.0007	0.0010	**
35	0.0008	0.0011	ns	0.0011	0.0015	*
40	0.0012	0.0019	**	0.0014	0.0017	*
45	0.0008	0.0012	*	0.0013	0.0013	ns

Cuadro de comparación de medias del ICA/ha en volumen mediante la t-student antes y después del aclareo en el rodal 1 y 2.

RODAL 1				RODAL 2		
CD	$\bar{X}_aICA$	$\bar{X}_dICA$	Pr>T	$\bar{X}_aICA$	$\bar{X}_dICA$	Pr>T

10	0.0010	0.0023	**	0.0011	0.0026	**
15	0.0023	0.0046	**	0.0027	0.0046	**
20	0.0056	0.0075	*	0.0058	0.0085	*
25	0.0061	0.0090	**	0.0068	0.0108	**
30	0.0122	0.0162	**	0.0090	0.0126	**
35	0.0106	0.0139	ns	0.0133	0.0184	*
40	0.0153	0.0230	**	0.0169	0.0213	*
45	0.0107	0.0149	*	0.0164	0.0166	ns

APENDICE 3

COSTO GENERAL Y PRECIOS DE LOS PRODUCTOS FORESTALES LIBRES A BORDO DE BRECHA (LAB).

COSTOS:

Corte y arrime	= \$	50.00/m ³
Cuota de camino	= \$	20.00 "
Reforestación	= \$	10.00 "
Servicios técnicos	= \$	10.00 "
Gastos de administración	= \$	10.00 "

Costo general = \$ 100.00/m³

Precio del m³ rollo de madera libre a bordo de brecha
(LAB):

Madera para aserrío en medidas comerciales	= \$	300.00 m ³ R
Madera para aserrío en cortas dimensiones	= \$	240.00 m ³ R
Madera para celulosa	= \$	100.00 m ³ R
Morillos y pilotes	= \$	693.00 m ³ R

Precio promedio de una pieza de morillo = \$ 35.00

Dimensión promedio: de 4.90 m de largo por 0.1143 m de
diámetro

1 pieza de morillo = $0.050\text{m}^3\text{R}$

$1\text{ m}^3\text{R} = 19.8\text{ morillos} * \$ 35.00 = \$ 693.00\text{ m}^3\text{R para}$

morillos

VIB = (Volumen $\text{m}^3\text{R/ha}$) (VUP)

VCT = (Volumen $\text{m}^3\text{R/ha}$) (CG)

VBN = (VIB) - (VCT)

Donde:

VIB = Valor del ingreso bruto

VUP = Valor unitario del producto

VCT = Valor del costo total

CG = Costo general

VBN = Valor del beneficio neto

